ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং

এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল)



নবম শ্রেণি

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক প্রকাশিত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রণীত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড কর্তৃক ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও
দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের নবম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং
Engineering Drawing

নবম শ্রেণি

বিষয় কোড : ৪১৯১৬

২০২৫ শিক্ষাবর্ষের জন্য পরিমার্জিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ কর্তৃক প্রকাশিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড
৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০
কর্তৃক প্রকাশিত

প্রথম সংস্করণ রচনা ও সম্পাদনা

প্রকৌশলী মোঃ মোদাচ্ছের আলী
ইঞ্জিনিয়ার মোঃ হাসানুজ্জামান

প্রথম প্রকাশ : নভেম্বর, ২০১৬
পুনর্মুদ্রণ : আগস্ট, ২০১৭
পরিমার্জিত সংস্করণ : সেপ্টেম্বর, ২০১৮
পুনর্মুদ্রণ : , ২০২৪

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গ-কথা

আধুনিককালে শিক্ষা ছাড়া জাতীয় উন্নতির প্রত্যাশা করা যায় না। পৃথিবীর যেসব দেশ আজ উন্নতির শিখরে পৌঁছেছে তাদের দিকে তাকালেই এ সত্যটি অনুধাবন করা যায়। বাংলাদেশের মতো অতিরিক্ত জনসংখ্যার দেশে কারিগরি শিক্ষার আলাদা একটা গুরুত্ব রয়েছে। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির ব্যবহারিক প্রয়োগের সহায়ক এই শিক্ষাকে অবলম্বন করে জনসংখ্যাকে মানবসম্পদে রূপান্তর করা যায়। কারিগরি শিক্ষাকে গুরুত্ব দিয়ে আর্থসামাজিক উন্নতির নজির গড়েছে বিশ্বের অনেক দেশ। এশিয়ার চীন, জাপান, ভিয়েতনাম, কম্বোডিয়া, মালয়েশিয়া প্রভৃতি দেশ এর উজ্জ্বল প্রমাণ। জাতীয় উন্নতির স্বার্থে বহির্বিশ্বের সাথে তাল মিলিয়ে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাকে বিশেষ গুরুত্ব দিয়েছে। দারিদ্র্য বিমোচন ও কর্মসংস্থান সৃষ্টির মাধ্যমে দেশকে অর্থনৈতিকভাবে এগিয়ে নেওয়ার প্রত্যয়ে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার বিস্তারে সরকার কার্যকর উদ্যোগ নিয়েছে। কারিগরি শিক্ষার জন্যে পৃথক অধিদপ্তর ও শিক্ষা বোর্ড প্রতিষ্ঠা করা হয়েছে। এই শিক্ষার জন্যে যুগোপযোগী শিক্ষাক্রম প্রণয়ন করা হয়েছে। সাধারণ শিক্ষার মাধ্যমিক স্তর ও মাদ্রাসা শিক্ষার দাখিল স্তরে কারিগরি বা ভোকেশনাল শিক্ষার অধিকতর সম্প্রসারণে সরকার কাজ করে যাচ্ছে।

শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যক্রম সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তনশীল। এই পরিবর্তনশীলতাকে বিবেচনায় নিয়ে পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে কারিগরি শিক্ষার বিভিন্ন ট্রেডের বইগুলো প্রণয়ন করা হয়েছে। দেশের অভ্যন্তরীণ এবং বহির্বিশ্বের কর্মবাজারের চাহিদাকে এক্ষেত্রে অগ্রাধিকার দেওয়া হয়েছে। কারণ বিশ্বায়নের এই যুগে গোটা বিশ্ব এখন অখণ্ড এক কর্মবাজার। বর্তমানে দক্ষতা ও যোগ্যতা থাকলে যেকোনো দেশের মানুষ পৃথিবীর যেকোনো প্রান্তে কর্মসংস্থানের সুযোগ নিতে পারে। বৈশ্বিক শ্রমবাজারে বাংলাদেশ তার হিস্যা যত বাড়াবে দেশের অর্থনৈতিক উন্নয়ন তত গতিশীল হবে। বাংলাদেশের বিশেষায়িত অনেক শিল্পে দক্ষ জনশক্তির অভাব রয়েছে। কারিগরি শিক্ষার মাধ্যমে শিল্পখাতে দক্ষ জনবল সরবরাহের লক্ষ্যকেও বিশেষ বিবেচনায় রাখা হয়েছে।

সরকারের বিনামূল্যে পাঠ্যপুস্তক সরবরাহের আওতা থেকে কারিগরি শিক্ষার বই বাইরে নয়। ভোকেশনাল ট্রেডের পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন করেছে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড। সরকারের সিদ্ধান্ত মোতাবেক ২০১৭ সাল থেকে এই পাঠ্যপুস্তকগুলো সংশোধন, পরিমার্জন, মুদ্রণ ও বিতরণের দায়িত্ব দেওয়া হয়েছে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড (এনসিটিবি)-কে। এনসিটিবি নিষ্ঠার সাথে তার দায়িত্ব পালন করে যাচ্ছে। এই কার্যক্রমের ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় ২০২৪ সাল পর্যন্ত সকল পাঠ্যপুস্তকের পরিমার্জন ও সংশোধন সম্পন্ন করা হয়েছে। ফলে বইগুলো শিক্ষক ও শিক্ষার্থীদের নিকট অধিকতর গ্রহণযোগ্য হবে বলে আশা করা যায়। প্রতিটি বই উন্নত মানের কাগজ ও চার রঙা প্রচ্ছদ সহকারে ছাপা হয়েছে। এতে বইগুলোর যথেষ্ট শ্রীবৃদ্ধি ঘটেছে।

আলোচ্য পাঠ্যপুস্তকটি রচনা ও সম্পাদনা করেছেন প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত শিক্ষক ও বিষয় বিশেষজ্ঞগণ। পূর্ব ও পরবর্তী শ্রেণির পঠিত বিষয়সমূহের সাথে যৌক্তিক সংযোগ বিধানপূর্বক বইটি প্রণয়ন করা হয়েছে। প্রাসঙ্গিক ট্রেডের এই বইটি প্রায়োগিক শিক্ষার জন্যে যাতে অনুকূল হয় সেজন্যে প্রয়োজনীয় চিত্রের সন্নিবেশ করা হয়েছে। বইটি যদি আমাদের তরুণ প্রজন্মের স্বকর্মসংস্থান ও সম্মানজনক জীবিকার্জনে কার্যকর ভূমিকা রাখে তবেই আমাদের শ্রম সার্থক হয়েছে বলে মনে করব।

সাবলীল ভাষায় লেখা বইটিতে বাংলা একাডেমির প্রমিত বানানরীতি অনুসৃত হয়েছে। সর্বশেষ তথ্য-উপাত্ত সহযোগে বিষয়বস্তু উপস্থাপন করা হয়েছে। যথাযথ সতর্কতা অবলম্বনের পরেও তথ্য-উপাত্ত ও ভাষাগত কিছু ভুলত্রুটি থেকে যাওয়া অসম্ভব নয়। পরবর্তী সংস্করণে বইটিকে যথাসম্ভব ত্রুটিমুক্ত করার আন্তরিক প্রয়াস থাকবে। এই বইয়ের মানোন্নয়নে যে কোনো ধরনের যৌক্তিক পরামর্শ কৃতজ্ঞতার সাথে গৃহীত হবে।

পরিশেষে বইটি রচনা, সম্পাদনা ও অলংকরণে যাঁরা অবদান রেখেছেন তাঁদের সবার প্রতি কৃতজ্ঞতা জানাই।

অক্টোবর ২০২৪

প্রফেসর ড. এ কে এম রিয়াজুল হাসান

চেয়ারম্যান

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

১. অংকন বা ড্রইং
Drawing

১.১ অংকন বা ড্রইং (Drawing)

কোন একটি বস্তু (Object) বা বস্তুর অংশবিশেষ একটি সমতলের উপর সংক্ষিপ্ত ও সম্পূর্ণভাবে এর আকৃতি, প্রকৃতি, পরিদর্শন এবং উৎপাদনের জন্য প্রয়োজনীয় সার্বিক তথ্য সম্বলিত কতকগুলো ভিন্ন ভিন্ন রেখার মাধ্যমে অন্তর্ভুক্তকরণের ভাষাকেই ড্রইং বলা হয়।

কোন একটি বস্তুকে (Object) একটি কাগজের উপরে নিয়মতান্ত্রিক রেখাসমূহের মাধ্যমে উপস্থাপন করার কৌশলকে ড্রইং বলে।

⊙ ড্রইং এর উদ্দেশ্য

মানুষের মনের ভাবকে অন্যের নিকট প্রকাশ করতে যেমন ভাষার প্রয়োজন হয়, কবি ও লেখকেরা তাদের মনের অভিব্যক্তিকে যেমন- কবিতা ও প্রবন্ধের মাধ্যমে অন্যের কাছে ব্যক্ত করে তোলে, ঠিক তেমনি কারিগরি বা ইঞ্জিনিয়ারিং ক্ষেত্রে কোনো বস্তু তৈরি, উৎপাদন, ডিজাইন, কনস্ট্রাকশন ও ইলেকট্রিফিকেশনের কাজে কতকগুলো ভিন্ন ভিন্ন রেখার মাধ্যমে তাদের বিষয়টিকে অপরের কাছে উপস্থাপন বা প্রকাশ করার কৌশলই ড্রইং এর উদ্দেশ্য। তাই প্রকৌশলবিদগণের উক্তি হলো ঃ **"Drawing is the language of Engineer"**

১.২ ড্রইং এর শ্রেণি বিভাগ

ড্রইংকে প্রধানত দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা

১। শৈল্পিক ড্রইং (Artistic, Free Hand or Model Drawing)
২। প্রকৌশল ড্রইং (Engineering or Projectile Drawing)

১.৩ ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এর শ্রেণি বিভাগ

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইংকে নিম্নলিখিত প্রধান ৪ ভাগে ভাগ করা হয়। যথা

১। জ্যামিতিক ড্রইং (Geometrical Drawing)
২। যান্ত্রিক ড্রইং (Mechanical Engineering Drawing)
৩। পুরকৌশল ড্রইং (Civil Engineering Drawing)
৪। তড়িৎ কৌশল ড্রইং (Electrical Engineering Drawing)

জ্যামিতিক ড্রইংকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা

১) প্লেন জ্যামিতিক ড্রইং (Plane Geometrical Drawing)
২) সলিড জ্যামিতিক ড্রইং (Solid Geometrical Drawing)

২। যান্ত্রিক ড্রইংকে সাধারণত নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা হয়। যথা

১) শিট মেটাল ড্রইং (Sheet Metal Drawing)
২) মেরিন ড্রইং (Marine Drawing)
৩) এয়ার ক্রাফট ড্রইং (Air Craft Drawing)
৪) কেবিনেট ড্রইং (Cabinet Drawing)

৩। পুরকৌশল ড্রইংকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা

১) স্থপতি বিদ্যা বিষয়ক ড্রইং (Architechtural Drawing)

২) অট্টালিকার গঠন সম্বন্ধীয় ড্রইং (Structural Drawing)

⊙ বিভিন্ন প্রকার ড্রইং এর বর্ণনা ও প্রয়োগ

১। শৈল্পিক ড্রইং (Artistic Drawing)

একজন চিত্রকর কোনো একটি বস্তুকে নিজস্ব কল্পনার মাধ্যমে অথবা বস্তুটিকে সামনে রেখে যেমন ঃ পেইন্টিং, সিনেমা স্লাইড, বিজ্ঞাপন ও বোর্ড ইত্যাদিতে উপস্থাপন করে, এ কৌশলকেই শৈল্পিক ড্রইং বলে।

প্রয়োগ ঃ শৈল্পিক ড্রইং সাধারণত বাণিজ্যিক উদ্দেশ্যে প্রয়োগ করা হয়।

২। প্রকৌশল ড্রইং (Engineering Drawing)

প্রকৌশল সম্মন্ধীয় বস্তু যেমনঃ ইমারত (বিল্ডিং), ব্রিজ, সড়ক, মেশিন, ও যন্ত্রপাতিসমূহ একটি কাগজের উপরে উপস্থাপন করার কৌশলকেই প্রকৌশল ড্রইং (Engineering Drawing) বলে।

১। জ্যামিতিক ড্রইং (Geometrical Drawing)

জ্যামিতিক বস্তুসমূহ যেমন **:** বর্গক্ষেত্র, আয়তক্ষেত্র, মোচক, (Cone), সিলিন্ডার ও গোলক ইত্যাদি একটি কাগজের উপর উপস্থাপন করার কৌশলই জ্যামিতিক ড্রইং নামে পরিচিত।

প্রয়োগ : কোন ইনস্ট্রুমেন্টস, টুলস, বিল্ডিং এর প্লান, ডিজাইন তৈরি করতে এ ড্রইং প্রয়োগ করা হয়।

১) প্লেন জ্যামিতিক ড্রইং (Plane Geometrical Drawing)

বস্তুসমূহকে দ্বিমাত্রিক ভাবে, অথবা দৈর্ঘ্য ও বিস্তার যেমন **:** বর্গক্ষেত্র, আয়তক্ষেত্র, ত্রিভুজ, ইত্যাদি একটি কাগজের উপর বিভিন্ন রেখার মাধ্যমে উপস্থাপন করার কৌশলকেই প্লেন জ্যামিতিক ড্রইং বলে।

২) সলিড জ্যামিতিক ড্রইং (Solid Geometrical Drawing)

বস্তুসমূহকে ত্রিমাত্রিকভাবে অথবা দৈর্ঘ্য, বিস্তার ও পুরুত্ব যেমন **:** ঘন বস্তু, সিলিন্ডার ও গোলক ইত্যাদি একটি কাগজের উপর রেখার মাধ্যেমে বর্ণনা করার কৌশলকেই সলিড জ্যামিতিক ড্রইং বলে।

২। যান্ত্রিক ড্রইং (Mechanical Engineering Drawing)

যে ড্রইং এর মাধ্যমে কোনো ডিজাইনার শিট মেটাল, ইঞ্জিন, ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশ, মেশিন, মেশিনারি পার্টস, ইলেকট্রিক্যাল, এয়ারক্রাফ্টস প্রভৃতি যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য সামগ্রীর কার্যপদ্ধতি, কার্যক্ষমতা, সংযোগ পদ্ধতি পরিচালনা, পদার্থের উপাদান ও সংমিশ্রণ ইত্যাদি গুণাবলির বর্ণনা বিশ্লেষণ করে থাকে, তাকে যান্ত্রিক ড্রইং (Mechanical Engineering Drawing) বলে।

প্রয়োগ : শিট মেটাল, ইঞ্জিন, ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশ, মেশিন, মেশিনারি পার্টস, ইলেকট্রিক্যাল, এয়ারক্রাফটস প্রভৃতি যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য সামগ্রী বিভিন্ন পদার্থ দিয়ে উৎপাদন করতে এ ড্রইং প্রয়োগ করা হয়।

৩। **পুরকৌশল ড্রইং (Civil Engineering Drawing)**

যে ড্রইংকে ডিজাইন এবং কনস্ট্রাকশন, যেমন: রোড, বিল্ডিং, ব্রিজ ও বাঁধসমূহ তৈরির কাজে ব্যবহার করা হয়। তাকে পুর কৌশল ড্রইং বলে।

প্রয়োগ ঃ বিল্ডিং, রোড, ব্রিজ ও বাঁধসমূহ তৈরির কাজে এ ড্রইং প্রয়োগ করা হয়ে থাকে।

৪। **তড়িৎ কৌশল ড্রইং (Electrical Engineering Drawing)**

যে ড্রইং বৈদ্যুতিক বস্তুসমূহের ডিজাইন ও কনস্ট্রাক্শন, যেমন মটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার, পোল ও টাওয়ার ইত্যাদি তৈরির কাজে ব্যবহার করা হয়, তাকে তড়িৎ কৌশল ড্রইং বলা হয়।

প্রয়োগ : মটর, জেনারেটর, ট্রান্সফরমার, পোল ও টাওয়ার ইত্যাদি মেরামত, স্থাপন এবং বিল্ডিং কনস্ট্রাক্শন করার পর এটা ইলেক্ট্রিফিকেশনের কাজে এ ড্রইং প্রয়োগ করা হয়।

বিভিন্ন প্রকার যান্ত্রিক ড্রইং (Mechanical Engineering Drawing) এর বর্ণনা

১) শিট মেটাল ড্রইং (Sheet Metal Drawing)

যে ড্রইং শিট মেটাল দিয়ে বালতি, চিমনী ইত্যাদি বা বিভিন্ন যন্ত্রাংশ ও ব্যবহার্য দ্রব্যাদি তৈরির কারখানায় ব্যবহার করা হয়, তাকে শিট মেটাল ড্রইং বলে।

প্রয়োগ ঃ টিনের বালতি, মগ, ফানেল, চিমনী ও অন্যান্য ব্যবহার্য দ্রব্য সামগ্রী তৈরিতে এ ড্রইং ব্যবহৃত হয়।

২) মেরিন ড্রইং (Marin Drawing)

যে ড্রইং ডক্ইয়ার্ডে লঞ্চ, স্টিমার ও জাহাজ তৈরির কারখানায় ব্যবহার করা হয়, তাকে মেরিন ড্রইং বলে।

প্রয়োগ : ডক্ইয়ার্ডে লঞ্চ, স্টিমার ও জাহাজ তৈরির কারখানায় এ ড্রইং ব্যবহৃত হয়।

৩) এয়ার ক্রাফ্‌ট ড্রইং (Air Craft Drawing)

যে ড্রইং বিমান চালনা সংক্রান্ত, বিমান তৈরির কারখানায় ডিজাইনের জন্য ব্যবহার করা হয়, তাকে এয়ার ক্রাফট ড্রইং বলে।

প্রয়োগ : বিমান চালনা সংক্রান্ত, বিমান তৈরির কারখানায় ডিজাইনের জন্য এটা ব্যবহার করা হয়।

৪) কেবিনেট ড্রইং (Cabinet Drawing)

যে ড্রইং খাস কামরার আসবাবপত্র ডিজাইনের কাজে ব্যবহার করা হয়, তাকে কেবিনেট ড্রইং বলে।

বিভিন্ন প্রকার পুরকৌশল ড্রইং (Civil Engineering Drawing) এর বর্ণনা

১) স্থপতি ড্রইং (Architectural Drawing)

যে ড্রইং বিল্ডিং এর সৌন্দর্য ও যাবতীয় সুবিধা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে ডিজাইনের কাজে ব্যবহার করা হয়, তাকে স্থপতি বিদ্যা বিষয়ক ড্রইং (Architectural Drawing) বলে।

প্রয়োগ : বিল্ডিং এর সৌন্দর্য ও যাবতীয় সুবিধা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে ডিজাইনের কাজে এ ড্রইং প্রয়োগ করা হয়।

২) অট্টালিকার গঠন সম্বন্ধীয় ড্রইং (Structural Drawing)

যে ড্রইং ব্রিজ, স্টিল স্ট্রাক্চার এবং অট্টালিকার গঠন সম্বন্ধীয় কাজে ব্যবহার করা হয়, তাকে অট্টালিকার গঠন সম্বন্ধীয় ড্রইং (Structural Drawing) বলে।

প্রয়োগ : ব্রিজ, স্টিল স্ট্রাকচার ও অট্টালিকার গঠন সম্পর্কীয় কাজে এটা ব্যবহৃত হয়।

⊙ ড্রইং এর ক্ষেত্রে টেকনিসিয়ানের প্রয়োজনীয়তা

কারখানা, শিল্প প্রতিষ্ঠান, প্রশিক্ষণ কেন্দ্র এবং কারিগরি স্কুল ও কলেজগুলোর প্রথম ধাপ অংকন বা ড্রইং। কারণ ড্রইং ব্যতীত কোনো কর্মী বা প্রশিক্ষণার্থী মেকানিক্যাল, ইলেকট্রিক্যাল ও কনস্ট্রাকশনের ব্যবহারিক কাজ করতে পারে না। প্রায় প্রতিটি ক্ষেত্রে নমুনা ছাড়াই কাজ বা জবের প্রতিটি অংশের মাপ, পরিমাপ, কার্যপদ্ধতির প্রতি লক্ষ করে জব প্রস্তুত করতে হয়। সে জন্য ড্রইং এর সাহায্যে একমাত্র ঐ সমস্ত মাপ, পরিমাপ নিয়ে কর্মী বা প্রশিক্ষণার্থীরা জবের উপর প্রত্যক্ষ ভাবে কাজ করতে পারে।

প্রতিটি ক্ষেত্রে যদিও ডিজাইনার, ড্রাফ্টসম্যানকে প্রত্যেক কাজের জন্য নির্ভুল ড্রইং দিয়ে থাকেন। তথাপি ট্রেড্সম্যানদের ঐ কাজের কম-বেশি ড্রইং সম্পর্কে জ্ঞান থাকতে হয়। যেহেতু ট্রেডস্ম্যানদের ঐ জবের পরিপূর্ণ দ্রব্য উৎপাদনের ভূমিকায় সক্রিয় অংশ গ্রহণ করে থাকেন। নচেৎ টেক্নিসিয়ানগণ নমুনা ব্যতীত কোন পরিকল্পিত কাজ করতে পারবে না।

মেকানিক্যাল, ইলেকট্রিক্যাল ও পুরকৌশল যে কোনো ধরনের ড্রইং এর সাহায্যে ট্রেড্সম্যানরা নিপুণতার সাথে নিত্য নতুন কোনো কিছুর উপযোগ সৃষ্টির ক্ষেত্রে আবিষ্কারকদের সাহায্য করছে। কাজেই মেকানিক্যাল, ইলেকট্রিক্যাল ও পুরকৌশল ড্রইং এর ক্ষেত্রে ট্রেড্সম্যান বা টেক্নিসিয়ানের প্রয়োজনীয়তা যথোপযুক্ত ও গুরুত্বপূর্ণ।

অনুশীলনী - ১ঃ অংকন বা ড্রইং

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। ড্রইং কী বা ড্রইং বলতে কী বোঝায় ?
২। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং কেন শিখবে ?
৩। ড্রইং এর শ্রেণি বিভাগ উল্লেখ করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। ড্রইং এর উদ্দেশ্য লেখ।
২। সংজ্ঞা ও প্রয়োগ ক্ষেত্রগুলো লেখ
i) মেকানিক্যাল ড্রইং ii) পুরকৌশল ড্রইং iii) তড়িৎ কৌশল ড্রইং iv) জ্যামিতিক ড্রইং
v) স্থপতি ড্রইং vi) মেরিন ড্রইং vii) এয়ার ক্রাফ্‌ট ড্রইং viii) সলিড জ্যামিতিক ড্রইং

৩। স্থপতি বিদ্যা বিষয়ক ড্রইং ও স্ট্রাক্‌চারাল ড্রইং বলতে কী বোঝায় ?
৪। ড্রইং এর ব্যবহারিক ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ করো।
৫। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এর শ্রেণি বিভাগগুলো লেখ।
৬। ড্রইং এর ক্ষেত্রে টেক্‌নিসিয়ানের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

২. ড্রইং করার যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম
Drawing Instruments & Materials

২.০ ড্রইং করার জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতির ভূমিকা :

প্রকৌশল ও কারিগরি ক্ষেত্রে অংকনের গুরুত্ব অপরিসীম। অংকনকে প্রকৌশলী ও কারিগরদের ভাষা বলা হয়ে থাকে। অংকন কাজ খুবই বৈশিষ্ট্যপূর্ণ। নিখুঁত এবং ভালো অংকন করতে হলে অবশ্যই উন্নতমানের যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়। সাধারণত পেনসিল দিয়ে অংকন বা ড্রইং করার নিয়ম। ক্ষেত্রবিশেষে পেনসিলিং করার পর কালি বা Inking করা হয়। অংকন যন্ত্রপাতিকে যত্নসহকারে সংরক্ষণ করা দরকার।

২.১ ড্রইং এর জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামের তালিকা :

১) অংকন বোর্ড (Drawing Board)
২) সেট-স্কয়ার বা ত্রিকোণী (Set Square - 60°- 30° and 45°– 45°)
৩) টি-স্কয়ার (Tee Square)
৪) স্কেল (Scale)
৫) কোণ মাপার চাঁদা (Protractor)
৬) ফ্রেন্স কার্ভ (Frence Curve)
৭) কাঁটা কম্পাস বা ডিভাইডার (Divider)
৮) পেনসিল কম্পাস বা 'বো'পেনসিল (Pencil Compass or Bow Pencil)
৯) পেনসিল বা মেকানিক্যাল পেনসিল (Pencil)
১০) ড্রইং শিট বা ড্রইং কাগজ (Drawing Sheet or Drawing Paper)
১১) বোর্ড পিন বা বোর্ড ক্লিপ বা ড্রাফ্‌টিং টেপ (Board Pin or Clip or Drafting Tap)
১২) রাবার বা ইরেজার (Rubber or Eraser)
১৩) পেনসিল শার্পেনার (Pencil Sharpener)
১৪) শিরিশ কাগজ বা স্যান্ড পেপার (Glass Paper or Sand Paper)
১৫) রুমাল (Handkerchief)
১৬) ট্রেসিং কাগজ (Tracing Paper)
১৭) ট্রেসিং কাপড় (Tracing Cloth)
১৮) অংকন কালি (Drawing Ink)
১৯) বর্ণ লেখনী বা লেটারিং গাইড (Lettering Guide)
২০) টেমপ্লেট (Template)

✪ **কালি দিয়ে রেখা টানার জন্য সাধারণত নিচের তিন প্রকার কলম ব্যবহার করা হয়। যথা :**

১) লাইনিং পেন (Lining Pen)
২) 'বো' পেন (Bow Pen)
৩) লেটারিং পেন (Lettering Pen)

✪ **একটি সম্পূর্ণ ড্রইং বক্সে নিম্নলিখিত যন্ত্রপাতি থাকে। যথা :**

১) পেনসিল (Pencil)

২) পেনসিল কম্পাস বা 'বো'পেনসিল (Pencil Compass or Bow Pencil)

৩) কাঁটা কম্পাস বা ডিভাইডার (Divider)

৪) স্কেল (Scale)

৫) চাঁদা (Protractor)

৬) সেট-স্কয়ার বা ত্রিকোণী (Set Square)

৭) ফ্রেন্স কার্ভ (Frence Curve)

৮) পেনসিল শার্পেনার (Pencil Sharpener)

৯) রাবার বা ইরেজার (Rubber or Eraser)

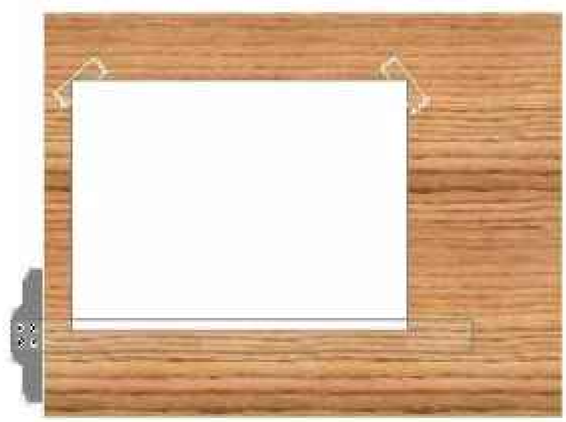
১০) 'বো' পেন (Bow Pen)

১১) শিরিশ কাগজ ও টুকরো কাপড় (Glass Paper and Piece of Cloth)

২.২ ড্রইং এর যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামসমূহের ব্যবহার :

১। ড্রইং বোর্ড (Drawing Board) :

ড্রইং বোর্ড সাধারণত পাইন, তুলা বা গেওয়া প্রভৃতি নরম বা হালকা কাঠ দ্বারা তৈরি করা হয়। ড্রইং বোর্ডের উপর ড্রইং শিট্‌কে বিছিয়ে বোর্ড পিন বা বোর্ড ক্লিপ এর সাহায্যে এটে নিয়ে ড্রইং করা হয়ে থাকে। এই বোর্ডের চারপার্শ্ব পরস্পরের সাথে এবং উপরিভাগের সাথে এক সমকোণে অর্থাৎ 90° কোণে থাকে। পার্শ্ব অবলম্বনে টি-স্কয়ার চালানোর সময় ক্রমাগত ঘর্ষণের ফলে পার্শ্বটি যাতে কোনো প্রকার বিকৃত বা ক্ষতিগ্রস্ত না হয় বা টি-স্কয়ার চলাচলের সুবিধার জন্য বোর্ডের একটি পার্শ্বে এবনাইট যুক্ত শক্ত কাঠের সেলুলয়েড অথবা প্লাস্টিক পাত লম্বভাবে একটি খাঁজের মধ্যে বসানো থাকে। এর জন্যই টি-স্কয়ার সোজাভাবে বোর্ডের উপরে চালিয়ে সমান্তরাল রেখা টানা যায়। বোর্ডের সুবিধাজনক সাইজ হলো 813×610 মি.মি.। এর উপরিভাগ সম্পূর্ণ সমতল হবে (চিত্র ২.২)



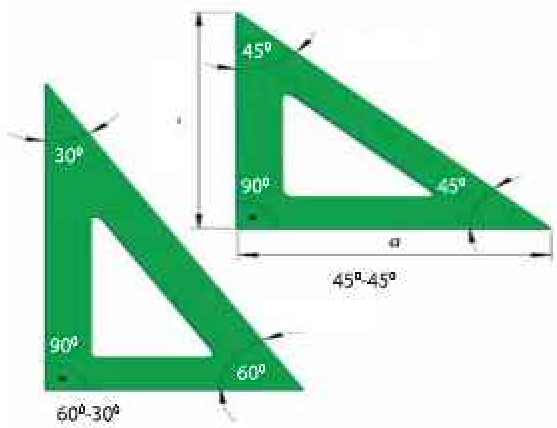
চিত্র ২.২ শিট স্থাপন করা অবস্থায় ড্রইং বোর্ড

✪ ড্রইং বোর্ডের সাইজ নিম্নরূপ হতে পারে

মিলিমিটারে সাইজ	ইঞ্চিতে সাইজ
1500 x 1000 মি.মি.	60 x 40 ইঞ্চি
1000 x 700 মি.মি.	40 x 27.5 ইঞ্চি
700 x 500 মি.মি.	27.5 x 20 ইঞ্চি
500 x 300 মি.মি.	20 x 13.5 ইঞ্চি

২। সেট-স্কয়ার (Set Square)

এর অপর নাম ট্রাঙ্গেল (Triangle) বা ত্রিকোণী। এটা সংখ্যায় দুইটি, একটি 60° ও 30° এবং অপরটি 45° ও 45° কোণ বিশিষ্ট। উভয় ক্ষেত্রেই তৃতীয় কোণটির মান এক সমকোণ অর্থাৎ 90°। প্রথমটিকে 60° সেট-স্কয়ার এবং দ্বিতীয়টিকে 45° সেট স্কয়ার বলা হয়ে থাকে। দুইটি সেট-স্কয়ার দ্বারা অথবা টি-স্কয়ার ও একটি সেট-স্কয়ারের সাহায্যে অনুভূমিক লম্ব এবং কতক গুলো নির্দিষ্ট কোণের মতো নত রেখা টানা হয়ে থাকে। সেট-স্কয়ার সেলুলয়েড অথবা ভলকানাইট ও কাঠ দ্বারা তৈরি হয়। এদের মধ্যে সেলুলয়েড দ্বারা তৈরি সেট-স্কয়ারই সর্বোত্তম। কারণ এটা স্বচ্ছ বলে এর মধ্য দিয়ে ড্রইং এর অংকন রেখাগুলো বাহির হতে দেখা যায়। 250 mm বা 10" দীর্ঘ 60° এবং 200 mm বা 8" দীর্ঘ। 45° সেট-স্কয়ারই অধিকাংশ স্থানে ব্যবহৃত হয়। সেট-স্কয়ারের ধার (Edges) লম্ব (Vertical) এবং ঢালু উভয় প্রকারই হয়। পেনসিল দ্বারা রেখা টানার কাজে লম্ব ধার বিশিষ্ট সেট-স্কয়ার ভালো। কিন্তু কালি দ্বারা রেখা টানার কাজে ঢালু ধারবিশিষ্ট সেট-স্কয়ার ব্যবহার করা উচিত। কারণ এতে কালি কম এসে থাকে (চিত্র ২.৩)।

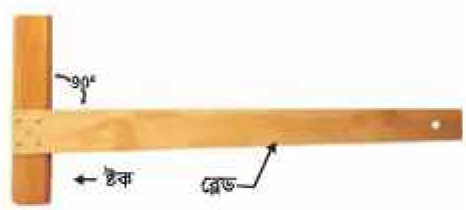


চিত্র ২.৩ সেট-স্কয়ার

৩। টি-স্কয়ার (Tee Square)

এটা সাধারণত মেহগনি, সেগুন প্রভৃতি উৎকৃষ্ট শ্রেণির কাঠ দ্বারা তৈরি হয়। ইংরেজি অক্ষর 'টি' এর মত বলে একে 'টি-স্কয়ার' বলা হয়ে থাকে। এর দৈর্ঘ্য সাধারণত 61 cm বা 24" এবং 81cm বা 35" হয়। এর দুইটি অংশ ঃ একটি ব্লেড

(Blade) অপরটি স্টক (Stock)। এদের অন্তর্বর্তী কোণের মান 90°। এর স্টক অংশকে বোর্ডের বাম দিকে চেপে রেখে ব্লেডের 'এবনাইট' (Ebonite) ধার অবলম্বনে রেখা টানা হয়। ব্লেডের ধারের সাথে সেট-স্কয়ারকে মিলিয়ে লম্ব (Vertical) রেখা টানা হয়ে থাকে। টি-স্কয়ারের দৈর্ঘ্য ড্রইং বোর্ডের দৈর্ঘ্য অপেক্ষা সর্বদা বড় হওয়া বাঞ্ছনীয়। ড্রইং এর কাজে টি-স্কয়ার একটি গুরুত্বপূর্ণ সরঞ্জাম। সুতরাং ব্যবহার করার সময় এবং ব্যবহার শেষে এর প্রতি বিশেষ যত্ন নেওয়া দরকার। টি-স্কয়ার দ্বারা কোনো কিছুর উপর আঘাত দেওয়া উচিত নয়। একে দেয়ালে ঠেস না দিয়ে পেরেকের সাথে ঝুলিয়ে রাখাই বাঞ্ছনীয় (চিত্র ২.৪)।



চিত্র ২.৪ টি-স্কয়ার

৪। স্কেল (Scale)

স্কেল বা মাপকাঠির দ্বারা সাধারণত দৈর্ঘ্যের পরিমাপ করা হয়ে থাকে। এটা কাঠ (Wood), হাতির দাঁত (Ivory) স্টিল (Steel), প্লাস্টিক (Plastic) সেলুলয়েড (Celluloid), কার্ড-বোর্ড (Card Board) ইত্যাদি বিভিন্ন বস্তু দ্বারা তৈরি করা হয়। সাধারণত এটা 150 mm বা 6" অথবা 300 mm বা 12" দীর্ঘ এবং ত্রিকোণাকার (Triangular) বা সমতল (Flate) হয়।

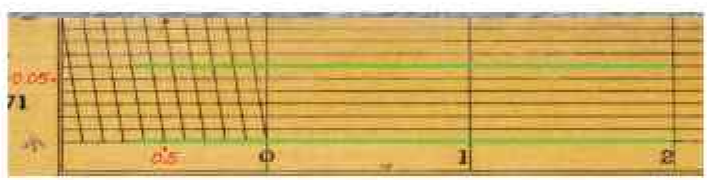
স্কেল (Scale) তিন প্রকার। যথা

১) সরল স্কেল (Plain Scale) সাধারণ স্কেল

২) কর্ণ বা ডায়াগোনাল স্কেল (Diagonal Scale)

৩) ভার্নিয়ার স্কেল (Vernier Scale)।


চিত্র ২.৫ ত্রিভুজ আকৃতির

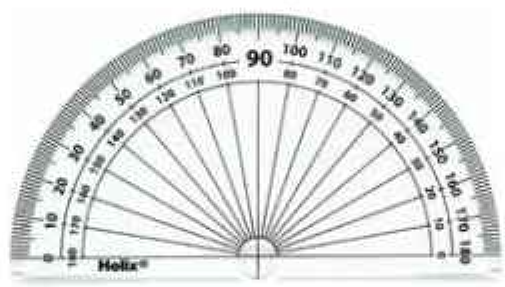

চিত্র ২.৬ ডায়াগোনাল স্কেল

সরল স্কেল দুই প্রকার। যথা ১) চ্যাপ্টা স্কেল (Flate Scale)
২) ত্রিভুজ আকৃতির স্কেল (Triangular Scale)

৫। চাঁদা (Protractor)

সাধারণত এটা অর্ধবৃত্তাকার হয় বলে, চলিত ভাষায় একে চাঁদা বলা হয়। সেলুলয়েড বা এ জাতীয় স্বচ্ছ পদার্থ

দ্বারা এটা তৈরি হয়ে থাকে। এটা কোণসমূহের গঠন ও পরিমাপ করার কাজে ব্যবহৃত হয়। এর উপরে এক ডিগ্রি (1°) ক্রমে 0° হতে 180° পর্যন্ত কোণের বিভাগ এবং প্রতি 10° অন্তর অংক চিহ্ন দেওয়া থাকে। ফলে এর সাহায্যে 0° হতে ১৪০°পর্যন্ত যে কোনো কোণ অংকন বা পরিমাপ করা সম্ভব হয়। এ কোণ অংকন বা পরিমাপ গ্রহণ যাতে বাম ও ডান দিক থেকেই করা যায়, এজন্য এতে বিভাগ চিহ্নগুলো উভয় দিক হতে দেওয়া থাকে (চিত্র ২.৭)।



চিত্র ২.৭ চাঁদা (Protractor)

৬। **ফ্রেন্স কার্ভ (French Curve)**

যে সমস্ত বক্র রেখা অ-সম (Irregular) অথবা যাদেরকে জ্যামিতিক নিয়মে এক বা একাধিক বৃত্ত-চাপ (Arc) দ্বারা অংকন করা সম্ভব হয় না, ওদেরকে এটার সাহায্যে অংকন করা হয়ে থাকে। ফ্রেন্স কার্ভ বিভিন্ন রকম আকার ও মাপের হয়। এটা পাতলা কাঠ, সেলুলয়েড, প্লাস্টিক, এবনাইট ইত্যাদির শিট দ্বারা তৈরি হয়ে থাকে। পাশে দুই ধরনের ফ্রেন্স কার্ভের চিত্র দেওয়া হলো (চিত্র ২.৮)।



চিত্র ২.৮ ফ্রেন্স কার্ভ

৭। **কাঁটা কম্পাস বা ডিভাইডার (Divider)**

একে চলিত ভাষায় কাঁটা বলে। প্রকৃত পক্ষে এটা সংযুক্ত করা দুইটি পা। এ পা দুইটি ক্রমশ সরু এবং এদের পয়েন্ট তীক্ষ্ণ। কাঁটা কম্পাস সাধারণত নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহার করা হয়। যেমন :

১) স্কেল হতে মাপ তুলতে।
২) দুইটি বিন্দু বা রেখার দূরত্ব জানতে।
৩) কোনো সরল বা বক্র রেখার নির্দিষ্ট কোনো অংশে বিভক্ত করতে।
৪) কোন রেখাকে সমভাবে বিভক্ত করতে।
৫) বৃত্ত অংকন করতে।



চিত্র ২.৯ (ক) ফার্ম জয়েন্ট ও (খ) স্প্রিং জয়েন্ট পেনসিল কম্পাস

কাঁটা কম্পাস 62 mm হতে 250 mm পর্যন্ত দীর্ঘ হয়। লেগ বা পা যত দীর্ঘ হয়, ব্যবহার করার সময় ডিভাইডারকে সাধারণত এটা অপেক্ষা বেশি বিস্তৃত করা হয় না। কাঁটা কম্পাস কয়েক প্রকারের হতে পারে।

তবে নিম্নলিখিত কাঁটা কম্পাসগুলো প্রধানত তিন প্রকারে ব্যবহার হয়ে থাকে। যথা

১) ফার্ম জয়েন্ট কাঁটা কম্পাস (Firm Joint Divider)
২) স্প্রিং জয়েন্ট কাঁটা কম্পাস (Spring Joint Divider)
৩) এক্সটেনশন জয়েন্ট কাঁটা কম্পাস (Extention Joint Divider)।

৮। **পেনসিল কম্পাস বা 'বো' পেনসিল** (Pencil Compass or Bow Pencil)

এর অপর নাম কম্পাস (Compass)। এর একটি লেগ বা পা সূচের ন্যায় সরু এবং অন্যটি পেনসিল ধারণের উপযোগী ব্যবস্থা বিশিষ্ট। এর সাহায্যে বৃত্ত বা বৃত্তাংশ অংকন করা সহজ হয়। সূক্ষ্মভাবে নিয়ন্ত্রণ করার কাজে স্প্রিং জয়েন্ট পেনসিল কম্পাস বেশি উপযোগী।

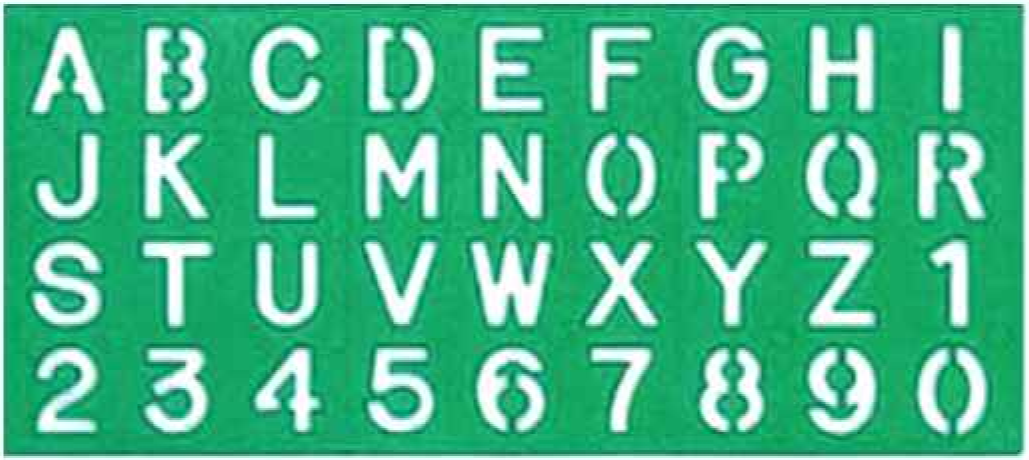
পেনসিল কম্পাস বা 'বো' পেনসিল প্রধানত দুই প্রকার। যথা

১) ফার্ম জয়েন্ট (Firm Joint)।
২) স্প্রিং জয়েন্ট (Spring Joint)।

৯। **লেটারিং গাইড বা বর্ণ লেখনী (Lettering Guide)**

এটা এক প্রকার ছাঁচ বা ফর্মার নাম। প্লাস্টিক বা সেলুলয়েড শিটের মধ্যে বিভিন্ন সাইজ ও ধরনের ছোট, বড় অক্ষর ও সংখ্যা লিখিত অবস্থায় ছাঁচ হিসেবে পাওয়া যায়, তাকে লেটারিং গাইড বলে। এ ছাঁচের মধ্যে পেনসিল সীস বা বো-পেন প্রবেশ করিয়ে ঘুরালে সরাসরি ইচ্ছামত নির্দিষ্ট মাপের অক্ষর বা সংখ্যা লেখা যায়। এটি দেখতে ছাপার অক্ষরের মতো লাগে। ফলে এর সাহায্য একই আকারের অক্ষর ও সংখ্যা নিয়ন্ত্রকের মধ্যে দিয়ে লেখা হয়। মুক্ত হস্তে বিভিন্ন আকার আকৃতির অক্ষর ও সংখ্যা সহজেই লেখা যায়। অক্ষর ও সংখ্যা বিভিন্ন ধরনের হয়ে থাকে। যেমন ঃ (ক) ঢালু (খ) কর্ণাকৃতি।

বর্তমানে বহু উন্নত প্রকারের বই লেখার জন্য এ লেটারিং গাইড ব্যবহার হচ্ছে। যার সাহায্যে খুবই তাড়াতাড়ি অতি সহজে সুন্দর ভাবে অক্ষর লেখা হয়। যদি কোনো অক্ষর ও সংখ্যা লিখতে ভুল হয়, তবে এর সাহায্যে ঐ ভুল অক্ষর ও সংখ্যা মুছে নতুন ভাবে অক্ষর ও সংখ্যা লেখা যায় (চিত্র ২.১০)।



চিত্র ২.১০ লেটারিং গাইড

১০। লাইনিং পেন (Lining Pen)

এটা ছোট নিবযুক্ত কলম। এটা দ্বারা মুক্ত হস্তে লেখা যায়। কলমের নিবে কালি লেগে শুকিয়ে জমা হলে মাঝে মাঝে পানিতে ডুবিয়ে রাখলে কালি নরম হয়। পরে ন্যাকড়া দ্বারা পরিষ্কার করে পুনরায় ব্যবহার করা হয়।

১১। রাবার বা ইরেজার (Rubber or Eraser)

এটা নরম রাবার দিয়ে তৈরি হয় বলে চলিত ভাষায় একে রাবার বলা হয়। ড্রইং করার সময় পেনসিল দিয়ে যে সকল অতিরিক্ত রেখা অংকন করা হয়, সেগুলো মুছে ফেলার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়। অধিক সংখ্যক অতিরিক্ত রেখা টেনে এগুলো মুছে ফেলার অভ্যাস ত্যাগ করা উচিত। কারণ এতে কাগজ অযথা ক্ষতিগ্রস্ত তো হয়ই, উপরন্তু সময় ও পরিশ্রমের অপব্যয় হয়। প্রথম থেকেই যথা সম্ভব কেবল প্রয়োজনীয় রেখাগুলো টেনে অংকন সম্পন্ন করা উচিত।

১২। ড্রইং শিট বা ড্রইং কাগজ (Drawing Sheet or Drawing Paper)

এটা কাগজের মন্ডের দ্বারা তৈরি করা হয়। ড্রইং কাগজ বিভিন্ন মানের হয়। ড্রইং কাগজের মান এর প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে ব্যবহৃত হয়। ড্রইং শিট পুরুত্বে সর্বত্র এক রকম মানের হওয়া উচিত, যাতে রাবার ব্যবহার করলে শিটের কোনো ক্ষতি না হয়। এটা ছাড়াও ড্রইং শিট এ রকম করা দরকার যাতে এর উপর কালি ছড়িয়ে না যায়। ড্রইং কাগজের এক পার্শ্ব সচরাচর অমসৃণ ও অন্য পার্শ্ব মসৃণ থাকে। ড্রইং কার্যের জন্য মসৃণ তল বেশি উপযুক্ত।

১৩। ট্রেসিং কাগজ (Tracing Paper)

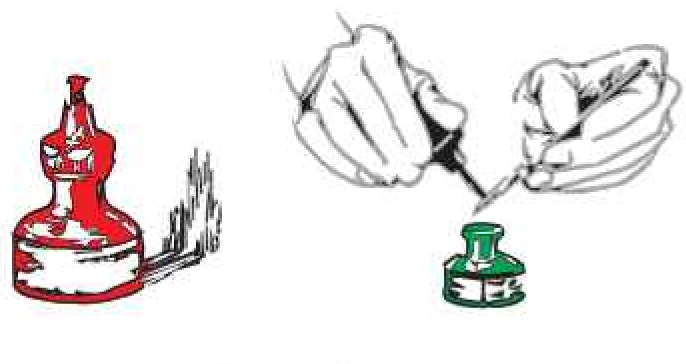
ট্রেসিং পেপার হলো একটি পাতলা আলোক ভেদ্য কাগজ। যার উপর কালি অথবা পেনসিল দিয়ে ট্রেস করা হয়। ট্রেসকৃত ড্রইংগুলো হতে ব্লু-প্রিন্ট প্রস্তুত করা হয়।

১৪। ট্রেসিং কাপড় (Tracing Cloth)

ট্রেসিং ক্লথ একটি পাতলা আলোকভেদ্য বস্ত্র। এটা দীর্ঘ সময়ের জন্য চূড়ান্ত ট্রেসিং সংরক্ষণ করার কাজে ব্যবহৃত হয়। এটা সাদা অথবা নীল ঈষৎ রং-এ রঞ্জিত অবস্থায় সহজে পাওয়া যায়, যার এক পার্শ্ব অনুজ্জ্বল এবং অন্য পার্শ্ব উজ্জ্বল থাকে।

১৫। ড্রইং কালি (Drawing Ink)

ড্রইং প্রস্তুত করার জন্য ড্রইং শিট হিসেবে ট্রেসিং কাগজ বা ট্রেসিং কাপড়ের উপর ড্রইং কালি ব্যবহৃত হয়। গাম ও কলোইডাল এর ভিতর কার্বন সমন্বয়ে এটা তৈরি হয়। এটা পানি প্রতিরোধকারী এবং ড্রইং শিটের উপর গভীর ও কালো পলিশযুক্ত লেখায় শুদ্ধতা আনয়ন করে (চিত্র ২.১১)।



চিত্র ২.১১ ড্রইং কালি

১৬। বোর্ড পিন বা ক্লিপ বা ড্রাফটিং টেপ (Board Pin or Clip or Drafting Tape)

বোর্ড পিন বা ক্লিপ বা ড্রাফটিং টেপ দিয়ে ড্রইং শিটটিকে ড্রইং বোর্ডের উপর আটকানোর কাজে ব্যবহার করা হয়। এ গুলোর ভিতর স্টিলের পিনই আসবাবপত্র আবদ্ধ করার জন্য সর্বোত্তম। ড্রইং বোর্ডের উপরে চারকোণায় ড্রইং শিটকে আটকে দেওয়ার জন্য বোর্ড-পিন ব্যবহৃত হয়। বোর্ড-পিনকে সবসময় বোর্ডের মধ্যে উত্তমরূপে প্রবেশ করানো প্রয়োজন। তা না হলে ড্রইং করার সময় শিট সরে যায়। এবং এ অবস্থায় টি-স্কয়ার দিয়ে টানা রেখা, পূর্বে টানা রেখার অসমান্তরাল হয়। বোর্ড-পিন ব্যবহারের প্রধান অসুবিধা এই যে, এর মাথা কাগজের উঁচুতে থাকে। ফলে টি-স্কয়ার এবং সেট-স্কয়ারকে যখন কাগজের উপর দিয়ে সরানো হয়, তখন এটি বোর্ড-পিন দিয়ে বাধা পায়। উপরন্তু, বোর্ড-পিন বারবার ব্যবহার করার ফলে কাগজের কোণায় একাধিক ছিদ্র হয়। এ কারণে বোর্ড-পিন এর পরিবর্তে বোর্ড-ক্লিপ (চিত্র ২.১২ (খ)) বা ড্রাফটিং টেপ ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ২.১২ (ক) বোর্ড পিন ও (খ) বোর্ড ক্লিপ

১৭। পেনসিল শার্পেনার বা ব্লেড (Pencil Sharpener or Blade)

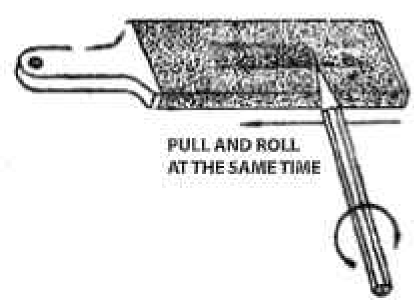
এটা পেনসিলের সীস এর পৃষ্ঠ বা সীস এর মুখ তীক্ষ্ণ ভাবে কনিক্যাল আকৃতি করে কাঁটার জন্য ব্যবহৃত হয়ে থাকে। ছোট আকারের চেয়ে বড় আকারের শার্পেনার ব্যবহার করা উচিত। কারণ ছোট শার্পেনার ব্যবহারে সামান্য অসাবধান হলেই পেনসিলের সীস ভেঙ্গে যায়। শার্পেনার মেশিন পেনসিলের কাঠকে সুন্দর করে কাটে এবং সীসকে উন্মুক্ত করে দেয় যা পরে শিরিশ কাগজে ঘষে তীক্ষ্ণ করা যায়। শার্পেনার দ্বারা কাটা পেনসিলের পয়েন্ট খুব ভালোমানের হয়। পেনসিলের সীস ড্রইং করার সময় ভোতা হয়ে গেলে নিম্নের চিত্র অনুযায়ী আবার সরু বা ধার করা যায়। চ্যাপ্টা ধার দেয়ার সময় কেবল ডানে বামে এপিট-ওপিট ঘষতে হয়। আর মোচাকৃতি এর ন্যায় ধার দেয়ার সময় ডানে বামে ঘষার সময় আস্তে আস্তে ঘুরাতে হয় (চিত্র ২.১৩)।



চিত্র ২.১৩ পেনসিল কাটার

১৮। শিরিশ কাগজ বা স্যান্ড পেপার (Glass Paper or Sand Paper)

এটা পেনসিলের সীস এর পৃষ্ঠ নির্দিষ্ট আকৃতির তৈরি করা বা সীস তীক্ষ্ণ রাখার জন্য ব্যবহৃত হয়। অন্যান্য সরঞ্জামকে ময়লা হতে না দেওয়ার জন্য একে নির্দিষ্ট প্যাকেটের মধ্যে রাখা হয়। এই কাজে **'o'** সাইজের শিরিশ কাগজ বা স্যান্ড পেপার খুবই উপযোগী (চিত্র ২.১৪)।



চিত্র ২.১৪ শিরিশ কাগজ বা স্যান্ড পেপার

১৯। রুমাল (Handkerchief)

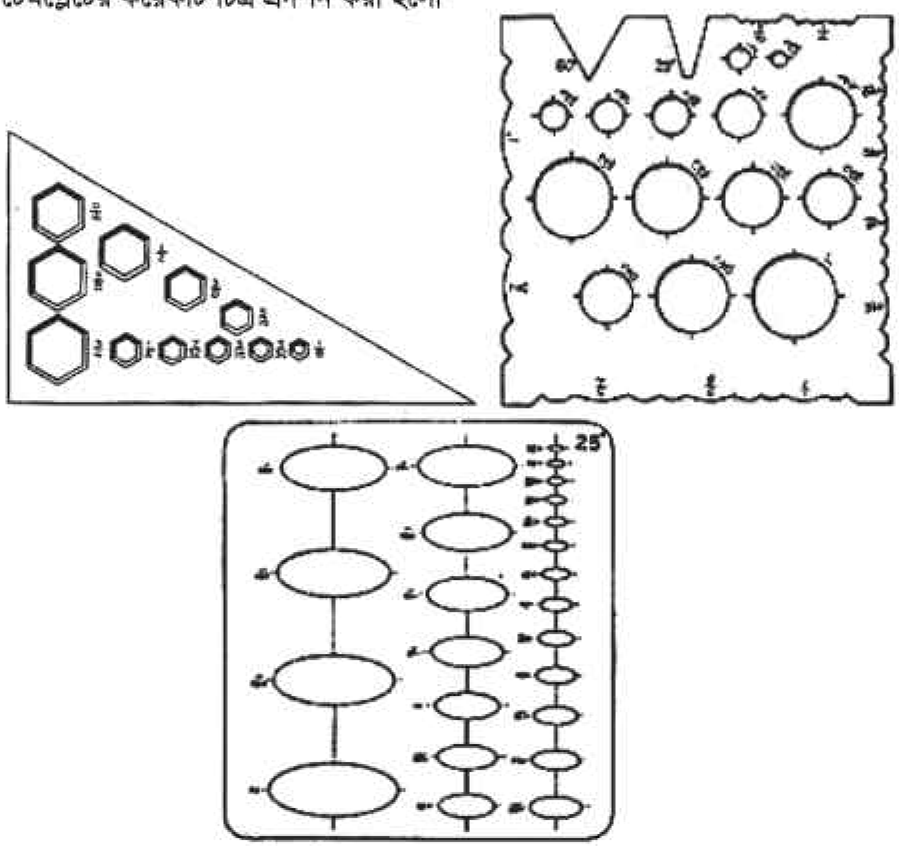
ড্রইং যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য সামগ্রী পরিষ্কার করার কাজে রুমাল ব্যবহৃত হয়। ড্রইং করার সময় ড্রইং কাগজের উপর রাবার ব্যবহারের ফলে যে ছোট টুকরা টুকরা ময়লা তৈরি হয়, ওটা মুছে ফেলার কাজে এটা ব্যবহৃত হয়ে থাকে এবং শরীরের ঘাম যাতে ড্রইং পেপারে না পড়ে সে উদ্দেশ্যে রুমাল ব্যবহার করা উচিত। তবে ময়লাগুলোকে হাত দ্বারা পরিষ্কার করা উচিত নয়। রুমালটি অবশ্যই পরিষ্কার হতে হবে।

২০। টেমপ্লেট (Template)

প্লাস্টিক, ইস্পাত, কার্ড বোর্ড ইত্যাদির দ্বারা টেমপ্লেট তৈরি করা হয়। ড্রইং কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রতীক চিহ্ন তাড়াতাড়ি অংকন করার জন্য মেকানিক্যাল, স্থাপত্য ও প্রকৌশল বিদ্যায় টেমপ্লেটের বহুল ব্যবহার রয়েছে। এতে ড্রইং করতে সময় কম লাগে। এর সাহায্যে ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এর গুরুত্বপূর্ণ প্রতীক বিভিন্ন ফন্টের লেটারিং বৃত্ত, উপবৃত্ত ও বহুভুজ ইত্যাদি নানা ধরনের প্রতীক সম্বলিত টেমপ্লেট বাজারে পাওয়া যায় (চিত্র ২.১৫)।

প্রয়োগ ঃ টেমপ্লেট দিয়ে অতি সহজেই জ্যামিতিক বিষয় যেমন - বৃত্ত, বহুভুজ ও ইলিপ্স ইত্যাদি অংকন করা যায়।

✪ **নিম্নে টেমপ্লেটের কয়েকটি চিত্র প্রদর্শন করা হলো**



চিত্র ২.১৫ টেমপ্লেট

✪ পেনসিল (Pencil)

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এর কাজে কাঠের পেনসিল (Wooden Pencil) এবং মেকানিক্যাল পেনসিল (Hard Pencil) উভয়ই ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে ড্রইং পেনসিলে চার ধরনের সীস (Lead) ব্যবহৃত হয়। (Graphite) গ্রাফাইট থেকে পেনসিলের সীস তৈরি করা হয়। আর কার্বন, ক্লে এবং রেজিনের (Resin) এর সমন্বয়ে সীস তৈরি হয়। সুতরাং গ্রাফাইট পেনসিলই ড্রাফটিং পেনসিল হিসেবে পরিচিত। পেনসিল ১৮টি গ্রেডে তৈরি করা হয়। ১৮টি গ্রেডের পেনসিলের মধ্যে সীস (Lead) এর গুণ অনুসারে এটাকে তিনটি স্তর বা গ্রেডে বিভক্ত করা হয়।

১০২৫

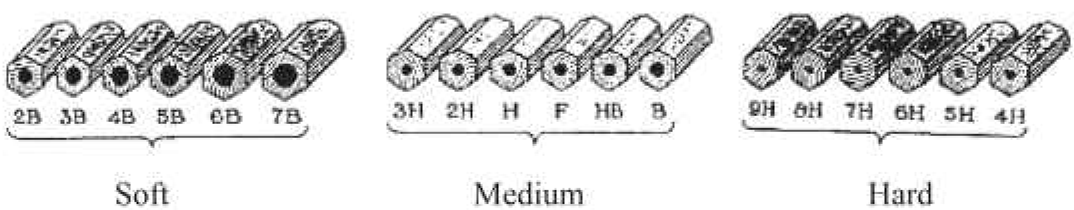
✪ নিম্নে পেনসিলের গ্রেড তিন প্রকার শনাক্ত করা হলো। যথা

১) নরম (Soft Pencil – 2B -7B)
২) মধ্যবিধ (Medium Pencil – B - 3H)
৩) শক্ত (Hard Pencil – 4H - 9H)

পেনসিলের গ্রেড নির্বাচন করতে হলে প্রথমে জানা দরকার, কি ধরনের কাগজের উপর ড্রইং করা হবে। তারপর ড্রইং রেখার পুরুত্ব এবং গাঢ়ত্বের উপর নির্ভর করে পেনসিলের গ্রেড নির্ধারণ করা হয়।

✪ ড্রইং এর কাজে ব্যবহৃত পেনসিলের ১৮টি গ্রেড এবং হার্ডনেস নিম্নে উল্লেখ করা হলো

7B - Softest and Blackest
6B - Extremely Soft, Plus
5B - Extremely Soft
4B - Extra Soft
3B - Very Soft
2B - Soft, Plus
B - Soft
HB - Medium Soft
F- Intermediate Between Soft and Hard
H - Medium Hard
2H - Hard
3H - Hard, Plus
4H - Very Hard
5H - Extra Hard, Plus
6H - Extra Hard, Plus
7H - Extremely Hard
8H - Extremely Hard, Plus
9H - Hardest



চিত্র ২.১৬ পেনসিলের গ্রেড

✪ বিভিন্ন গ্রেডের পেনসিলের ব্যবহার

নিখুঁত ড্রইং এর কাজে সাধারণত শক্ত পেনসিল ব্যবহার করা হয়। শক্ত পেনসিল দ্বারা কাগজে রেখা টানলে এটা কাগজের মধ্যে গভীর হয়ে বসে যায় বলে, সহজে ঘষে তোলা কঠিন হয়। ঘষার পরে কাগজে দাগ থেকে যায় এবং দাগ বা রেখা টানাও আশানুরূপ হয় না।

এখানে 7B অত্যধিক নরম, HB মধ্যবিধ ও 9H অত্যধিক শক্ত। অত্যধিক শক্ত বা অত্যধিক নরম সীসের পেনসিল কোনটিই ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং-এর পক্ষে উপযোগী নয়। নরম সীসের পেনসিল দ্বারা রেখা অবাধে (Freely) টানা যায় এবং রেখা কাগজে গভীর হয়ে বসে না।

ফলে একে সহজে ঘষে তোলা যায়। কিন্তু অসুবিধা হলো, এতে কাগজ দ্রুত ময়লা হয় এবং পেনসিলের মুখ তাড়াতাড়ি ক্ষয় হয়ে যায় বলে, রেখাগুলো অসম অর্থাৎ সরু মোটা হয়। মধ্যম পেনসিল সাধারণ ভাবে ড্রইং এর কাজে বেশি ব্যবহার করা হয়। অপর পক্ষে শক্ত সীসের পেনসিল দ্বারা রেখা টানলে রেখা কাগজের মধ্যে গভীর ভাবে বসে যায় বলে, একে ঘষে তোলা কঠিন হয়। ঘর্ষণের পরে কাগজে দাগ থেকে যায়।

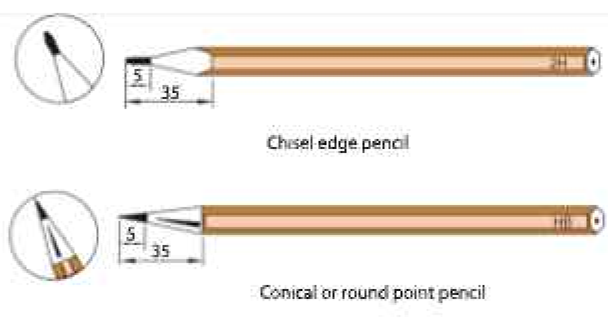
ড্রইং-এ সাধারণত যে সব রেখা অংকন করা হয়ে থাকে, সেগুলো হলো সীমা রেখা (Out Lines), কেন্দ্র রেখা (Centre Lines), ছেদ-রেখা (Section Lines) ইত্যাদি। এদের জন্য অধিকাংশ স্থানে 2H বা 3H পেনসিলই উপযুক্ত হয়। মাপাঙ্ক লেখা (Dimensioning), অক্ষর লেখা (Lettering), বর্ধক রেখা (Extension Lines) টানা, তীর-মুখ (Arrow Head), বৃত্ত (Circle), বৃত্ত-চাপ (Arc), ইত্যাদি অংকন করা, খালি হাতে নক্শা করা (Free Hand Sketching) ইত্যাদি কাজের জন্য HB পেনসিল ব্যবহৃত হয়। উত্তম শ্রেণির রেখা অংকন করার জন্য পেনসিল শুধু উপযুক্ত রকমের হলেই চলবেনা এর মুখটিকেও কাজের রকম অনুসারে নিয়ম সম্মত কাটা প্রয়োজন। ড্রইং এর চাহিদা অনুযায়ী পেনসিল দুইভাবে কাটার নিয়ম আছে (চিত্র ২.১৬)।

✪ ড্রইং এ সঠিক কাজের জন্য পেনসিলের মুখ কর্তন - দুই ধরনের। যথা

১) ছেনি বা চিজেল যন্ত্রের ন্যায় মুখ চ্যাপ্টা (Chisel Pointed)

২) মোচাকৃতি বা শঙ্কু কোণের ন্যায় মুখ ক্রমশঃ সরু (Conical or Cone Pointed)

বাটালির মুখের ন্যায় চ্যাপ্টা করে কাটা পেনসিল টি-স্কয়ার (Tee Square), সেট-স্কয়ার (Set Square) বা সমান্তরাল ধারের সাথে মিলিয়ে সরলরেখা টানার জন্য ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে পেনসিলটিকে লম্বভাবে ধরার প্রয়োজন হয়। আর কোণের ন্যায় কাটা পেনসিল দ্বারা অক্ষর লেখা (Lettering) বা মুক্ত হস্তে রেখা টানার জন্য ব্যবহৃত হয়। ক্রমশঃ সরু মুখ বিশিষ্ট সরলরেখা টানলে দৈর্ঘ্য মাপে ভুল হওয়ার এবং রেখা সরু মোটা হওয়ার আশঙ্কা থাকে (চিত্র ২.১৭)।

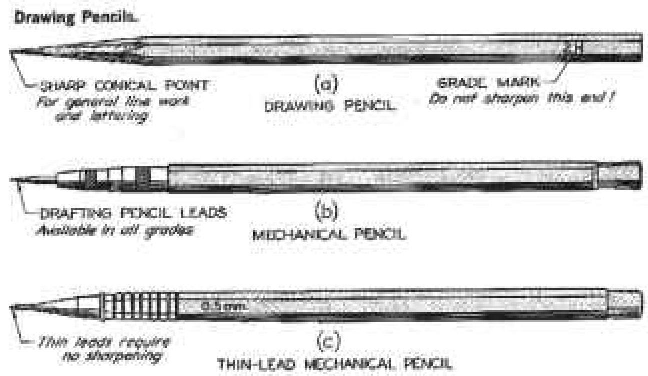


চিত্র ২.১৭ পেন্সিলের মুখ কর্তন (ক) চ্যাপ্টা ও (খ) মোচাকৃতি

✪ মেকানিক্যাল পেনসিল (Mechanical Pencil)

বর্তমানে প্রকৌশলীগণ কাঠের পেনসিলের পরিবর্তে মেকানিক্যাল পেনসিল ব্যবহার করে থাকেন। এর অপর নাম স্টাইলাস। একে সীস রিফিল (Refill) দিয়ে ড্রইং করার পেন বলা যেতে পারে। পেশাদার ব্যক্তিরাই সাধারণত স্টাইলাস

ব্যবহার করে। এর মাথার নব (Knob) টিপে ধরলে প্রয়োজনীয় সীস বের হয়। একটি শক্ত, অন্যটি নরম সীসে সব সময় কাছে রাখা উচিত। মেকানিক্যাল পেনসিলে যে সীস ব্যবহার করা হয়, তা সাধারণত মধ্যম এবং শক্ত মানের হয়ে থাকে। এ সীসের ব্যাস সাধারণত ০.৩ মি.মি. ০.৫ মি.মি, ০.৭ মি.মি. এবং ০.৯ মি.মি. হয়ে থাকে। পাশে আদর্শ মানের কাঠের পেনসিল এবং মেকানিক্যাল পেনসিল দেখানো হলো (চিত্র ২.১৮)।



চিত্র ২.১৮ (a) কাঠের পেনসিল (b) ও (c) মেকানিক্যাল পেনসিল

✪ পেনসিল ধরা ও চালনা করার পদ্ধতি

১) হাতের আঙ্গুলি হতে **25-30** মি.মি. বাহিরে রেখে পেনসিল ধরতে হবে।

২) সেট-স্কয়ারের পার্শ্বে চালনার সময়ে ডানে ও বামে হেলানো হবে না, কেবলমাত্র সামনের দিকে সামান্য হেলানো (20°, 25° কোণ) হয়ে চলবে।

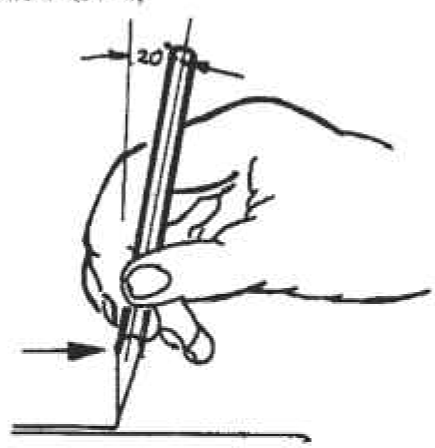
৩) মোচাকৃতি করে কাটা হলে চলার সময় পেনসিল ক্রমে ঘুরতে থাকবে, আর চ্যাপ্টা করে কাটা হলে ঘুরবে না।

৪) মুক্ত হস্তে বা ফ্রি হ্যান্ডে লেখার সময় অথবা সেট-স্কয়ার ব্যবহার করলে

✪ পেনসিলের স্ট্রোক নিম্নরূপ হবে

ক) বাম থেকে ডান দিকে **খ)** উপর হতে নিচে

গ) গোলাকার অংকন হলে ডান পার্শ্বে ঘড়িচক্রে ও বাম পার্শ্বে ঘড়িচক্রের বিপরীতে।



চিত্র ২.১৯ পেনসিল চালনা করার পদ্ধতি

✪ সেট-স্কয়ার ও টি-স্কয়ার এর সাহায্যে অনুভূমিক, লম্ব ও তির্যক রেখা অংকন পদ্ধতি

১) টি-স্কয়ার এর সাহায্যে অনুভূমিক সরলরেখা অংকন (Draw Horizontal Line)

টি-স্কয়ারের স্টক (Stock) অংশকে ড্রইং বোর্ডের বামদিকের এবনাইট (Ebonite) যুক্ত পার্শ্ব ভাগের উপর চেপে রেখে ব্লেড (Blade) এর উপরের এ রেখার দিকের ধারের সাথে মিলিয়ে বাম দিক থেকে ডান দিকে সরলরেখা টানতে হয়। ড্রইং এ অনুভূমিক রেখা (Horizontal Line) সূচিত করে। স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, টি-স্কয়ারের ব্লেড এর নিচের ধার (অর্থাৎ যা এবনাইট যুক্ত নয়) এবং স্টক এর অন্তর্বর্তী কোণের মান 90° থাকে না। সুতরাং নিচের ধারের সাথে মিলিয়ে কোনো রেখা টানলে তা কখনও অনুভূমিক হয় না (চিত্র ২.২০)।



চিত্র ২.২০ টি-স্কয়ার এর সাহায্যে অনুভূমিক রেখা অংকন

২) টি-স্কয়ার ও সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে লম্ব রেখা অংকন (Draw Vertical Line)

উন্নত মানের ড্রইং বোর্ডের যে কোনো দুইটি সন্নিহিত পার্শ্ব ঠিক এক সমকোণে থাকে এবং বিপরীত পার্শ্ব দুইটি অধিক সমান্তরাল থাকে। ফলে, টি-স্কয়ারের স্টক অংশকে ড্রইং বোর্ডের উপরের বা নিচের যে কোনো একটি পার্শ্ব ভাগের সাথে মিলিয়ে রেখা টানলে তা পূর্বোক্ত অনুভূমিক রেখার উপর লম্ব হয়। কিন্তু অসুবিধা হলো এই যে, কার্যক্ষেত্রে এই ধরনের উন্নত শ্রেণির ড্রইং বোর্ড প্রায়ই পাওয়া যায় না। কিছু না কিছু ত্রুটি থেকেই যায়। ফলে এ প্রকারের রেখা টানলে এটা প্রায়ই ঠিক লম্ব হয় না। সুতরাং লম্ব রেখা কেবল টি-স্কয়ারের সাহায্যে না টেনে এর সহিত সেট স্কয়ারকে মিলিয়ে টানাই সাধারণ নিয়ম। এর জন্য প্রথমে টি-স্কয়ারের স্টক অংশকে ড্রইং বোর্ডের বাম দিকে চেপে রেখে যে কোনো একটি সেট স্কয়ারের সমকোণ সংলগ্ন একটি ধারকে এর ব্লেড এর সাথে মিলাতে হয়। পরে চিত্র ২.২১ এর ন্যায় ধার অবলম্বনে রেখা টানলে কাঙ্ক্ষিত লম্ব হবে।

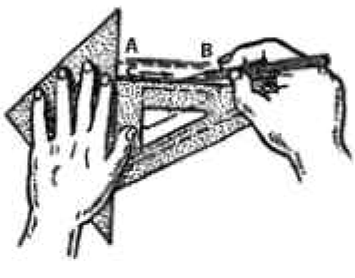


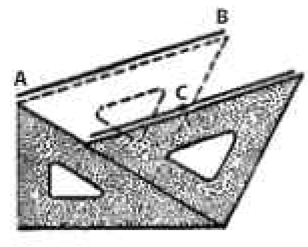
চিত্র ২.২১ টি-স্কয়ার ও সেট-স্কয়ার এর সাহায্যে লম্ব রেখা অংকন

৩) একটি বিন্দুর মধ্যে দিয়ে এবং নির্দিষ্ট সরলরেখার সমান্তরালরূপে সরল রেখা অংকন

মনে করি, C বিন্দুর মধ্যে দিয়ে এবং AB সরলরেখার সমান্তরালরূপে একটি সরল রেখা টানতে হবে। এই AB রেখা যদি অনুভূমিক হয়, তাহলে এটি চিত্র ২.২২ এর ন্যায় কেবল টি-স্কয়ারের সাহায্যে অথবা চিত্র ২.২৩ এর ন্যায় দুইটি সেট-স্কয়ারের সাহায্যে টানা যেতে পারে। তবে টি-স্কয়ারের সাহায্যে টানাই সহজ ও দ্রুত হয়। আর প্রদত্ত AB রেখাটি যদি কোনো কোণে অর্থাৎ নতভাবে (Inclined) থাকে, তাহলে ঐ সমান্তরাল রেখা চিত্র ২.২৩-এর ন্যায় দুইটি সেট-স্কয়ারের সাহায্যে অংকন করা ছাড়া উপায় থাকে না।

সেট-স্কয়ারের সাহায্যে রেখা টানার জন্য প্রথমে একটি সেট-স্কয়ারের ধারকে প্রদত্ত AB রেখার সাথে মিলিয়ে অপর সেট-স্কয়ারটির একটি ধারকে এর অন্য ধারের সাথে মিলাতে হয়। পরে এই মিলিত থাকা অবস্থায় দ্বিতীয় সেট-স্কয়ারটিকে দৃঢ়ভাবে ধরে রেখে প্রথম সেট-স্কয়ারটিকে নিচের দিকে এমনভাবে সরাতে হবে, যাতে এর উপরের ধারটি C বিন্দুর সাথে মিলে যায়। এবার এ ধারের সাথে মিলিয়ে সরল রেখা টানলে কাঙ্ক্ষিত সরলরেখা অঙ্কিত হবে।





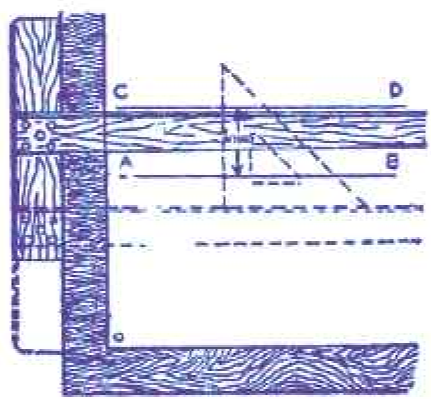
চিত্র ২.২২ ও চিত্র ২.২৩ সেট-স্কয়ারের সাহায্যে সমান্তরাল সরলরেখা অংকন

৪) **একটি নির্দিষ্ট সরলরেখার সমান্তরালরূপে নির্দিষ্ট দূরত্বে অন্য একটি সরলরেখা অংকন**

মনে করি, AB নির্দিষ্ট সরলরেখা এবং এটি থেকে 16 মি.মি. দূরে এর সমান্তরালরূপে উপরে দিকে CD একটি সরলরেখা অঙ্কন করতে হবে।

এই কার্য নিচের দুইটি পদ্ধতিতে অঙ্কন করা যায় : ক) প্রদত্ত রেখাটি অনুভূমিক হলে

এর জন্য টি-স্কয়ার এবং একটি সেট-স্কয়ার নিয়ে চিত্র ২.২৪ এর ন্যায় টি-স্কয়ারটির স্টক অংশকে ড্রইং বোর্ডের সাথে চেপে রেখে একে নিচের দিকে এমনভাবে সরাতে হবে যাতে এর উপরের ধারটি AB-এর সামান্য নিচে আসে। পরে সেট-স্কয়ারটির সমকোণ-সন্নিহিত একটি ধারকে টি-স্কয়ারের উপরের ধারের সাথে মিলাতে হবে। এখন 16 মি.মি. মাপ ডিভাইডারে তুলে নিয়ে (সেট-স্কয়ারের লম্ব বাহুটির সাথে সংলগ্ন রাখা অবস্থায়) এর একটি লেগকে AB রেখার উপর রেখে অপর লেগটি দিয়ে কাগজের উপর বিন্দু-চিহ্ন দিতে হবে। এবার সেট-স্কয়ারটিকে সরিয়ে টি-স্কয়ারটিকে উপরের দিকে এমনভাবে সরিয়ে আনতে হবে যাতে এর উপরের ঢালটি উক্ত বিন্দু-চিহ্নের ঠিক উপরে আসে। শেষে এ ধারের সাথে মিলিয়ে CD সরলরেখা অংকন করলে কাঙ্খিত সরলরেখা অংকিত হবে।

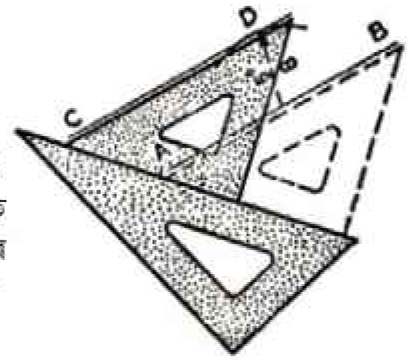


চিত্র ২.২৪ টি-স্কয়ার ও সেট-স্কয়ারের সাহায্যে সমান্তরাল সরলরেখা অংকন

২০২৫

খ) প্রদত্ত রেখাটি অনুভূমিক না হলে

এটা দুইটি সেট-স্কয়ারের সাহায্যে টানতে হবে। প্রথমে প্রদত্ত মাপটিকে বো-পেনসিলে তুলে নিয়ে একে ব্যাসার্ধ এবং AB এর উপরিস্থ যে কোনো একটি বিন্দুকে কেন্দ্ররূপে একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করতে হবে। পরে একটি সেট-স্কয়ারের ধারকে AB-এর সাথে মিলিয়ে এবং অপর সেট-স্কয়ারটিকে দৃঢ়ভাবে ধরে রেখে প্রথম সেট-স্কয়ারটিকে এমনভাবে সরাতে হবে, যাতে এর উপরের ধারটি পূর্বাঙ্কিত বৃত্ত- চাপটির স্পর্শক (Tangent) হয়। এখন এই ধারের সাথে মিলিয়ে CD সরলরেখা অংকন করলে কাঙ্ক্ষিত সমান্তরাল রেখা অঙ্কিত হবে (চিত্র ২.২৫)।



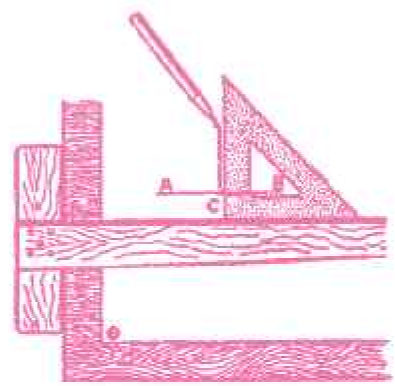
চিত্র ২.২৫ সেট-স্কয়ারের সাহায্যে সমান্তরাল সরলরেখা অংকন

৫) একটি নির্দিষ্ট সরলরেখার উপর নির্দিষ্ট বিন্দুতে লম্ব (Perpendicular)অঙ্কন

মনে করি, AB একটি সরলরেখা। এর উপরিস্থ C বিন্দুতে একটি লম্ব টানতে হবে। এটি নিম্নলিখিত দুইটি পদ্ধতিতে করা যায়।

ক) প্রদত্ত সরলরেখাটি অনুভূমিক হলে

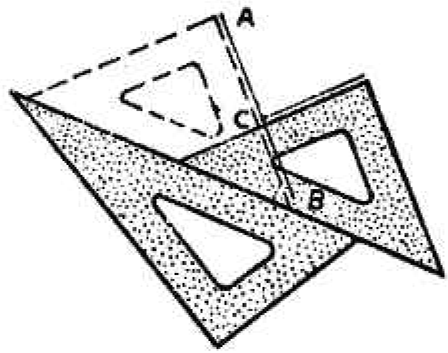
এর জন্য টি-স্কয়ার এবং একটি সেট-স্কয়ার নিয়ে চিত্র ২.২৬ এর ন্যায় প্রথমে টি-স্কয়ারটিকে ড্রইং বোর্ডের বামপাশে চেপে রাখা অবস্থায় সরিয়ে এমন স্থানে আনি যাতে এর উপরের ধারটি AB রেখার সামান্য নিচে আসে। পরে সেট-স্কয়ারটির সমকোণ-সন্নিহিত একটি ধারকে টি-স্কয়ারের ধারের সাথে মিলিয়ে নিই। এবার এই মিলিত থাকা অবস্থায় সেট-স্কয়ারটিকে এমনভাবে সরাই যাতে এর লম্ব ধারটি C বিন্দুর ঠিক উপরে আসে। এখন এ লম্ব ধারটির সাথে মিলিয়ে সরলরেখা অংকন করি। ফলে C বিন্দুতে কাঙ্ক্ষিত লম্ব রেখা অংকিত হলো।



চিত্র ২.২৬ টি-স্কয়ার ও সেট-স্কয়ারের সাহায্যে লম্ব অংকন

খ) **প্রদত্ত রেখাটি অনুভূমিক না হলে**

এর জন্য দুইটি সেট-স্কয়ার নিয়ে চিত্র ২.২৭ এর ন্যায় প্রথমে যে কোনো একটি সেট-স্কয়ারের সমকোণ-সন্নিহিত একটি ধারকে AB রেখার সাথে এবং অপর সেট-স্কয়ারটির একটি ধারকে এর নিচের ধারের সাথে মিলানো হলো। পরে দ্বিতীয় সেট-স্কয়ারটিকে দৃঢ়ভাবে ধরে রেখে প্রথম সেট-স্কয়ারটিকে এর সাথে মিলিত থাকা অবস্থায় এমনভাবে সরাই যাতে পূর্বোক্ত সমকোণ-সন্নিহিত বাহুটি C বিন্দুর ঠিক উপরে আসে। শেষে এই ধারের সাথে মিলিয়ে C বিন্দু থেকে সরলরেখা টানি। ফলে এটি C বিন্দুতে লম্ব রেখা অঙ্কিত হলো।



চিত্র ২.২৭ সেট-স্কয়ারের সাহায্যে লম্বরেখা অংকন

✪ **প্যান্টোগ্রাফ, ফ্রেন্স কার্ভ ও প্লানিমিটারের ব্যবহার**

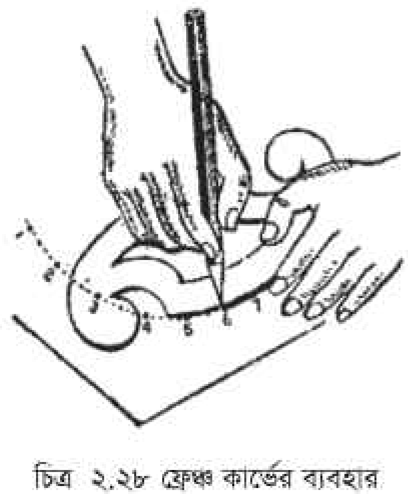
১) **প্যান্টোগ্রাফ (Pantograph)**

এর সাহয্যে ড্রইংকে প্রয়োজনে ছোট ও বড় করা যায়।

২) **ফ্রেন্স কার্ভ (French Curve)**

ফ্রেন্স কার্ভের সাহায্যে যে কোনো বক্ররেখা অতি সহজেই অংকন করা যায়। যেমন- মনে করি 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 চিহ্নিত বিন্দু কয়টির মধ্য দিয়ে একটি বক্ররেখা টানতে হবে।

প্রথমে, ফ্রেন্স কার্ভটিকে বিভিন্নভাবে ঘুরিয়ে পরীক্ষা করি যে, এর কোন্ অংশের সাথে প্রদত্ত বিন্দুগুলো অধিকাংশের মিল হয়। স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, অন্তত তিনটি বিন্দুর সাথে মিল করাতে হবে। পরে, কার্ভটির ধারের সাথে মিলিয়ে এ বিন্দু কয়টির মধ্য দিয়ে বক্ররেখা টানি। চিত্র ২.২৮ এ 5,6,7 চিহ্নিত বিন্দুর সাথে মিল করিয়ে এ রেখা টানার বিষয় দেখানো হলো। এবার কার্ভটিকে ঘুরিয়ে পরীক্ষা করি যে, পূর্বের দুইটি বিন্দু এবং অবশিষ্ট বিন্দুগুলোর মধ্যে কত বেশি সম্ভব বিন্দুর সাথে কার্ভটির কোন অংশ মিলে এদের মধ্য দিয়ে অনুরূপভাবে পুনরায় রেখা টানি। একই প্রকারে বিভিন্ন পর্যায়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রেখা টানলেই এদের সমষ্টিতে সমগ্র বক্ররেখাটি অংকন সম্পন্ন হবে।



চিত্র ২.২৮ ফ্রেঞ্চ কার্ভের ব্যবহার

৩) **প্লানিমিটার (Planimeter)**

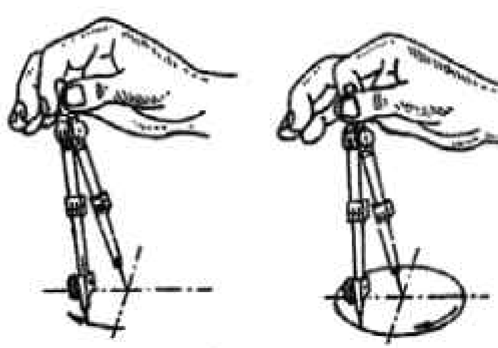
এটি মানচিত্রের এরিয়ার মাপ ও সীমা রেখা তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়।

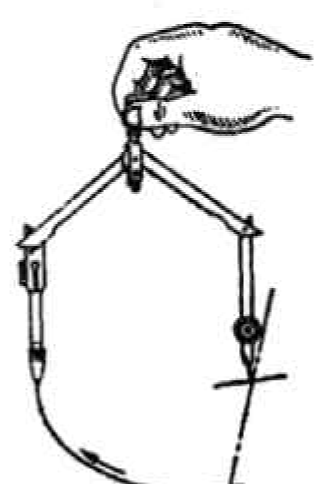
✪ পেনসিল কম্পাস বা বো-পেনসিল দিয়ে বৃত্ত অংকন পদ্ধতি

সরলরেখা টানার সময় পেন্সিলের সীস কাগজের উপর যতটা চাপ দেয়, বো-পেন্সিল ব্যবহার করার সময় এর সীস ততটা চাপ দিতে পারে না। এ জন্য বো-পেনসিলে ব্যবহার্য সীস অপেক্ষাকৃত নরম থাকা প্রয়োজন। এ সীসের অগ্রভাগের প্রায় **6** মি.মি. স্থান 'চিজেল' যন্ত্রের ন্যায় এক দিকে ঢালু করে কাঁটা এবং ঢালু দিককে বাহিরের দিকে রাখা উচিত (চিত্র ২.২৯)। এ ছাড়া সীসটিকে বো-পেনসিলে প্রবেশ করানোর সময় এর মুখটি সূচি-মুখ থেকে যাতে সামান্য উঁচুতে থাকে, এর প্রতিও লক্ষ রাখা উচিত। ক্ষুদ্র বৃত্তের জন্য বো-পেনসিলের সূচি-মুখটিকে কেন্দ্রের উপর অঙ্গুষ্ঠ ও তর্জনী আঙ্গুলের সাহায্যে চিত্র ২.৩০(১)- এর ন্যায় বো-পেনসিল বা কম্পাস হেলিয়ে ধরে, বাম দিকে চিত্র ২.৩০ (২) এর ন্যায় বৃত্ত অংকন করতে হয়। বড় বৃত্তের বেলায় উপযুক্ত গঠনের বো-পেনসিল ব্যবহার করা এবং অংকনের সময় সূচি-মুখসহ লেগটিকে লম্বভাবে রাখা উচিত (চিত্র ২.২৯)।



চিত্র ২.২৯ পেনসিল কম্পাস বা বো-পেনসিল

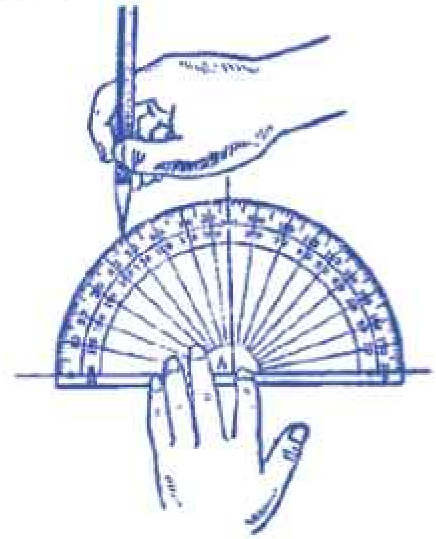




চিত্র ২.৩০ (১) ও চিত্র ২.৩০(২) পেনসিল কম্পাস বা 'বো' পেনসিলের প্রয়োগ চিত্র ২.৩১ বিম কম্পাস

✪ সরলরেখার উপরিস্থ নির্দিষ্ট বিন্দুতে চাঁদা বা প্রোট্রাক্টর দিয়ে কোণ অংকন

মনে করি, প্রদত্ত সরলরেখাটি A বিন্দুর বাম দিকে 50° কোণ অংকন করতে হবে। প্রথমে, প্রোট্রাক্টরটিকে এমনভাবে স্থাপন করি, যাতে এর 0°-0° বা 180°-180° চিহ্নিত রেখাটি প্রদত্ত রেখাটির সাথে মিলে যায় এবং প্রোট্রাক্টরটির লম্ব এবং অনুভূমিক রেখার ছেদ-বিন্দুটি A-এর ঠিক উপরে আসে। পরে, যেদিকে কোণ অংকন করতে হবে, (এখানে বাম দিকে) 0° থেকে নির্দিষ্ট ডিগ্রি বিভাগ অঙ্কে (এখানে, 50 তে) বিন্দু-চিহ্ন দিই। শেষে প্রোট্রাক্টরটিকে সরিয়ে ফেলে সেট-স্কয়ার দিয়ে এই বিন্দু থেকে প্রদত্ত A বিন্দু পর্যন্ত সরল রেখা অংকন করি। ফলে নির্দিষ্ট কোণ অঙ্কিত হলো (চিত্র ২.৩২)।



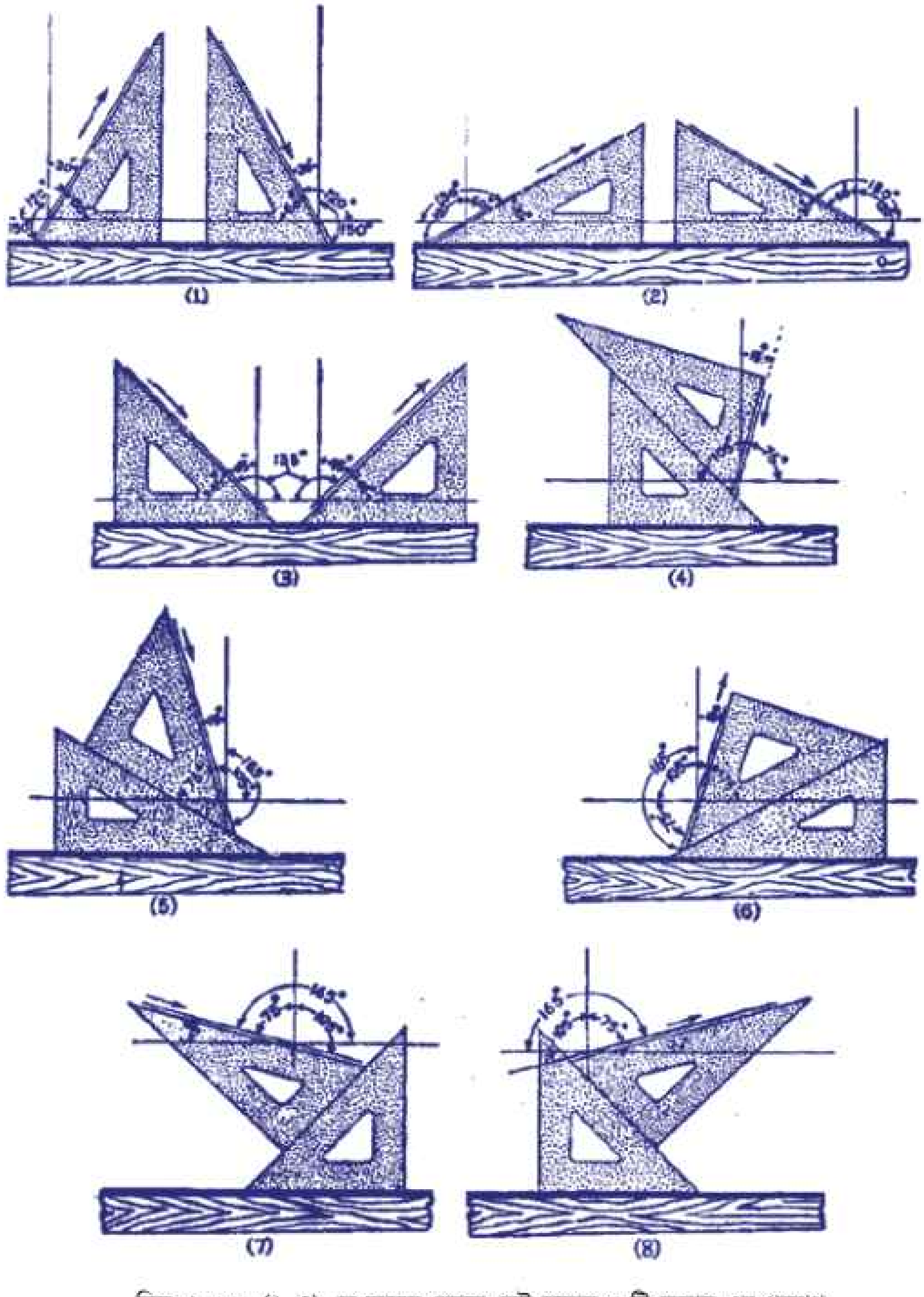
চিত্র ২.৩২ চাঁদা বা প্রোট্রাক্টর দিয়ে কোণ অঙ্কন

✪ টি-স্কয়ার ও সেট-স্কয়ারের সাহায্যে নির্দিষ্ট বিন্দুতে 15°, 75°, 105° এবং 120° সহ বিভিন্ন কোণে সরলরেখা অঙ্কন পদ্ধতির চিত্র ২.৩৩ (1- 8) এ দেখানো হলো

অনুভূমিক রেখার সাথে কোণ	চিত্র সংখ্যা	লম্ব রেখার সাথে কোণ	চিত্র সংখ্যা
15°	(7), (8)	15°	(4), (5), (6)
30°	(2)	30°	(1)
45°	(3)	45°	(3)
60°	(1)	60°	(2)
75°	(4), (5), (6)	75°	(7) (8)
105°	(4), (5), (6)	105°	(7) (8)
120°	(1)	120°	(2)
135°	(3)	150°	(1)
150°	(2)	165°	(4), (5) (6)
165°	(7), (8)		

চিত্র ২.৩৩ (ক) অনুভূমিক ও লম্বরেখার সাথে কোণ অংকন পরিমাণের ছক

✪ টি-স্কয়ার এবং সেট-স্কয়ারের সাহায্যে বিভিন্ন কোণে সরলরেখা অংকন পদ্ধতি দেখানো হলো



চিত্র ২.৩৩ **(1-8)** অংকনের ক্ষেত্রে সেট-স্কয়ার ও টি-স্কয়ার এর প্রয়োগ

অনুশীলনী - ২ : ড্রইং করার যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। প্রকৌশল-অংকনের উপযোগী করে একটি পেনসিল কিসের সাহায্যে কাটা হয় ?
২। কোন্ কাগজের ব্লকে ঘষে পেনসিল সরু গোলাকৃতি করতে হয় ?
৩। কী রেখা অংকন করে পেনসিলের পয়েন্ট পরীক্ষা করতে হয় ?
৪। চ্যাপ্টা সীস সম্বলিত পেনসিল কোথায় ব্যবহার করা হয় ?
৫। পেনসিল কাটার ধরণ অনুযায়ী পেনসিল কোথায় প্রয়োগ করতে হয় ?
৬। ড্রইং করতে পেনসিলটিকে কত ডিগ্রি কোণে হাতে ধরতে হয় ?
৭। পেনসিল প্রধানত কত প্রকার ও কী কী ?
৮। পেনসিল কাটার নিয়ম কয়টি ও কী কী ?
৯। ড্রইং করার জন্য কী কী যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় ?
১০। কালি দ্বারা ড্রইং করার কলমগুলোর নাম লেখ।
১১। নরম পেনসিলের অসুবিধাগুলো লেখ।
১২। কেন্দ্র রেখা, ছেদ রেখা ইত্যাদি অংকন করতে কোন পেনসিল ব্যবহৃত হয় ?
১৩। মূল ড্রইং অংকনে কোন পেনসিল ব্যবহৃত হয় ?
১৪। ডিভাইডার কত প্রকার কী কী ?
১৫। প্রোট্রাক্টর বলতে কী বোঝায় ?
১৬। স্কেল বলতে কী বোঝায় ?
১৭। ফ্রেন্স কার্ভ কী কাজে ব্যবহৃত হয় ?
১৮। বোর্ড পিন ও বোর্ড ক্লিপের কাজ কী ?
১৯। কোন ইন্‌স্ট্রুমেন্টস দিয়ে কৌণিক পরিমাপ করা হয় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। ড্রইং করার প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতিগুলোর নাম লেখ।
২। নিচের যন্ত্রপাতিগুলোর চিত্রসহ এর কার্যাবলী ব্যবহার ও প্রয়োগ পদ্ধতি উল্লেখ করো ঃ
  ক) ডিভাইডার
  খ) টি-স্কয়ার
  গ) সেট-স্কয়ার
  ঘ) প্রোট্রাক্টর
  ঙ) ফ্রেন্স কার্ভ
  চ) বো-পেনসিল

২০২৫

৩। ড্রইং বোর্ডের প্রচলিত সাইজগুলো লেখ।

৪। বো-পেনসিলের অপর নাম কী ? চিত্র এঁকে দেখাও।

৫। বর্ডার লাইন প্রদানের আদর্শ মাপগুলো উল্লেখ করো।

৬। সেট-স্কয়ার ও টি-স্কয়ার দ্বারা অনুভূমিক, লম্ব ও তির্যক রেখা অংকন পদ্ধতি কী কী ?

৭। একটি সম্পূর্ণ ড্রইং বক্সে কী কী যন্ত্রপাতি থাকে ?

৮। পেনসিলের গ্রেড শনাক্ত করো।

৯। টি-স্কয়ার বলতে কী বোঝায় ? এর কাজগুলো উল্লেখ করো।

১০। সেট-স্কয়ার বলতে কী বোঝায় ? এর কাজগুলো উল্লেখ করো।

১১। ডিভাইডার দিয়ে স্কেল থেকে প্রদত্ত পরিমাপ স্থানান্তর করার কৌশল অনুশীলন করো।

১২। বো-পেনসিলের সাহায্যে প্রদত্ত ব্যাসের বৃত্ত আঁক।

১৩। ফ্রেন্স কার্ভের সাহায্যে প্রদত্ত কোনো অনিয়মিত বাঁকা রেখা কৌশল অনুশীলন করো।

১৪। প্রোট্রাক্টর দিয়ে প্রদত্ত কোণ পরিমাপ করো।

১৫। প্রোট্রাক্টর দিয়ে প্রদত্ত কোণ গঠন করো।

১৬। সেট-স্কয়ারের সাহায্যে নিম্নলিখিত ড্রইংগুলো সম্পন্ন করো:

ক) প্রদত্ত পরিমাপে অনুভূমিক সমান্তরাল রেখা অংকন করো।

খ) প্রদত্ত কোণে সমান্তরাল রেখা অংকন করো।

গ) লম্ব অংকন করো।

ঘ) প্রদত্ত কোণ সৃষ্টি করে রেখা আঁক।

ঙ) সেট-স্কয়ারে ত্রুটি আছে কিনা নিরিক্ষণ করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। লেটারিং গাইড, টেমপ্লেট ও প্যান্টোগ্রাফ এর পরিচিতিসহ কার্যাবলী আলোচনা করো।

২। কোন সরলরেখার উপরিস্থ নির্দিষ্ট বিন্দুতে প্রোট্রাক্টর দিয়ে কোণ অংকনের প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা করো।

৩। বো-পেনসিল বা কম্পাস দ্বারা বৃত্ত অংকনের পদ্ধতিটি চিত্রসহ বর্ণনা করো।

৪। চিত্রসহ অংকন করোঃ

ক) টি-স্কয়ারের সাহায্যে অনুভূমিক সরলরেখা।

খ) টি-স্কয়ার ও সেট-স্কয়ারের সাহায্যে লম্ব সরলরেখা।

গ) একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে এবং নির্দিষ্ট সরলরেখার সমান্তরাল রূপে সরলরেখা।

ঘ) একটি নির্দিষ্ট সরলরেখার সমান্তরাল রূপে নির্দিষ্ট দূরত্বে অন্য একটি অনুভূমিক ও একটি তির্যক রেখা।

ঙ) অনুভূমিক এবং তির্যক উভয় কৌশলে একটি নির্দিষ্ট সরলরেখার উপর নির্দিষ্ট বিন্দুতে লম্ব।

৫। টি-স্কয়ার ও সেট-স্কয়ারের সাহায্যে নির্দিষ্ট বিন্দুতে 15°, 75°, 105° এবং 120° কোণে সরলরেখা অংকন করো।

৬। ড্রইং বোর্ডে সেলোফেন টেপ অথবা বোর্ড পিন দিয়ে সঠিকভাবে কাগজ আটকানোর কৌশল অনুশীলন করো।

৭। আইসোমেট্রিক ও অবলিক দৃশ্য অংকন করতে কী কী ইনস্ট্রুমেন্ট ব্যবহার করা হয় ?

৮। টি-স্কয়ার ও সেট-স্কয়ারের ব্যবহার দেখিয়ে সমান্তরাল বা প্যারালাল ও লম্ব রেখা অংকন করো।

৩. ড্রইং শিট
Drawing Sheet

৩.০ ড্রইং শিট (Drawing Sheet)

বোর্ডের সাইজ অনুযায়ী বিভিন্ন রকমের কাটা অবস্থায় মোটা ও পাতলা কাগজ বাজারে পাওয়া যায়। খসড়া ড্রইং করার জন্য পাতলা কার্টিজ বা অফসেট পেপার এবং স্থায়ী ড্রইংয়ের জন্য মোটা কাগজ ব্যবহার করা যেতে পারে। এর সাইজ প্রয়োজনবোধে নিম্নবর্ণিত মাপ অনুযায়ী হয়ে থাকে।

⊙ ড্রইং শিট শনাক্তকরণ

এটা কাগজের মন্ডের দ্বারা তৈরি করা হয়। অন্যান্য কাগজ হতে এ কাগজের পার্থক্য আছে। এটা অতিশয় মসৃণ ও তুলনামুলক ভাবে মোটা।

৩.১ ড্রইং শিটের আকার (Size of Drawing Sheet)

নিম্নে ড্রইং শিটের আকার মিলিমিটার ও ইঞ্চিতে দেওয়া হলো

শিট বা কাগজের আকারের সংকেত	শিট বা কাগজের মাপ	
	মিলিমিটারে (mm)	ইঞ্চিতে (")
A0	1189 × 841 mm	47 × 33 ইঞ্চি
A1	841 × 594 mm	33 × 23 ইঞ্চি
A2	594 × 420 mm	23 × 16 ইঞ্চি
A3	420 × 297 mm	16 × 12 ইঞ্চি
A4	297 × 210 mm	12 × 9 ইঞ্চি
A5	210 × 148 mm	9 × 6 ইঞ্চি

চিত্র ৩.১ শিট বা কাগজের আকারের সংকেত ও মাপের ছক

⊙ **ড্রইং শিট ব্যবহারের অনুপাত :** ড্রইং শিট সাধারণত 1ঃ 1.5 অনুপাতে ব্যবহৃত হয়।

৩.২ ড্রইং শিটের সেটকরণ (Setting of Drawing Sheet)

টি-স্কয়ার (T-Square) এর সাহায্যে ড্রইং পেপার সেট করতে হলে ড্রইং বোর্ডের বাম দিক এবং নিচের দিক থেকে যতটা সম্ভব ছেড়ে দিয়ে ড্রইং পেপার স্থাপন করা হয় । কেননা (T-Square) এর হেড, ড্রইং বোর্ডের বাম পাশে স্থাপন করার কারণে ড্রইং বোর্ডের বাম দিকে সঠিকভাবে অংকন করা যায় এবং ড্রইং শিট ড্রাফট্‌সম্যানের কাছাকাছি থাকলে সুবিধা হয়।

কোন ড্রাফটিং মেশিনের সাহায্যে অংকন করার সময় মেশিনের স্কেল চলাচল এলাকার মধ্যে যতটা সম্ভব উক্ত নিয়ম অনুযায়ী শিট স্থাপন করতে হবে। টি-স্কয়ার (T-Square) চেপে রেখে এর সমান্তরালে শিটের অনুভূমিক প্রান্ত স্থাপন করে ড্রইং টেপ দিয়ে ড্রইং শিট স্থাপন বা সেট করা হয়।

⊙ উত্তম ড্রইংয়ের শর্তাবলি

ভাল ড্রইং করতে হলে অবশ্যই কিছু বিধি নিষেধ বা নিয়মকানুন মেনে চলা উচিত। যেমন

১) শুরুতে ড্রইং বোর্ডের অনুভূমিক ও লম্ব লাইন অনুযায়ী ড্রইং শিট আটকে নিতে হবে।
২) এরপর 12 মি.মি. দূর দিয়ে কাগজের চারিদিকে বর্ডার বা মার্জিন টানতে হবে। এ কাজে মোটা চিজেল পয়েন্ট পেনসিল ব্যবহার করতে হবে।
৩) মূল ড্রইং এর জন্য তীক্ষ্ণ সীস যুক্ত পেনসিল ব্যবহার করতে হবে।
৪) শুকনা ও পরিষ্কার রুমাল দিয়ে সেট-স্কয়ারসহ সকল যন্ত্রপাতি মুছে নিতে হবে।
৫) নরম ইরেজার দিয়ে অতিরিক্ত দাগ মুছে দিতে হবে।
৬) অপেক্ষাকৃত বড় ও মোটা অক্ষরে হেডিং এবং ছোট অক্ষরে অন্যান্য তথ্যাদি লিখতে হবে।

⊙ ড্রইং করার সময় পরিত্যাজ্য বিষয়সমূহ

১) পেনসিলের মুখ উপযুক্ত তীক্ষ্ণ না থাকলে তা দিয়ে কখনো রেখা অংকন করা উচিত নয়।
২) পেনসিলের মুখের তীক্ষ্ণতা আনার জন্য ঘরের মেঝে, দেয়াল ইত্যাদির উপর পেনসিলকে কখনো ঘষা উচিত নয়।
৩) স্কেলের সাহায্যে কখনো রেখা অংকন করা যাবে না।
৪) অনুভূমিক রেখা অংকন করার জন্য টি-স্কয়ারের ব্লেডের নিচের ধার কখনো ব্যবহার করা ঠিক নয়।
৫) টি-স্কয়ারের নিচের ধারের সাথে মিলিয়ে কখনো সেট-স্কয়ার ব্যবহার করা যাবে না।
৬) টি-স্কয়ার বা সেট-স্কয়ারের ধার অবলম্বনে ছুরি বা ব্লেড দিয়ে ড্রইং বা অন্য কোন কাগজ কখনো কাটা উচিত নয়।
৭) আঘাত দেওয়ার কাজে টি-স্কয়ারকে কখনো ব্যবহার করা যাবে না।
৮) ডিভাইডারের মুখকে ড্রইং বোর্ডের মধ্যে খোঁচা দিয়ে প্রবেশ করানো যাবে না।
৯) ডিভাইডারকে সাড়াঁশির ন্যায় ব্যবহার বা একে দিয়ে কোনো কিছুকে আঘাত দেওয়া উচিত নয়।
১০) ড্রইং শিটকে কখনো ভাঁজ করা যাবে না।

⊙ ড্রইং শিট ময়লা হওয়ার সাধারণ কারণাদি

ড্রইং শিট ময়লা হলে তা ব্যবহারের অযোগ্য হয়ে পড়ে। এ কারণে একে পরিষ্কার রাখার উদ্দেশ্যে ড্রইং করার সময়, সবসময় উপযুক্ত যত্ন নেওয়া একান্ত প্রয়োজন।

⊙ ড্রইং শিট সাধারণত নিম্নবর্ণিত কারণে ময়লা হয়ে থাকে

১) ঘর্মাক্ত হাত ড্রইং শিটের উপর রাখলে।
২) ময়লা হাতে ড্রইং করলে।
৩) ময়লা জামার হাতা শিটের সংস্পর্শে আসলে।
৪) ড্রইং বোর্ড বা শিট ময়লা থাকলে।
৫) ময়লা সেট-স্কয়ার, টি-স্কয়ার, ইরেজার বা স্কেল, ড্রইং এ ব্যবহার করলে বা এগুলোকে এ অবস্থায় শিটের উপর রাখলে।
৬) কাগজের উপর ময়লা অন্য কোনো বস্তুকে রাখলে।
৭) অতিরিক্ত নরম সীসের পেনসিল ব্যবহার করার ফলে সীস চূর্ণ শিটের উপর ছড়ালে

৮) ড্রইং বোর্ড বা শিটের নিকটে পেনসিল কাটলে।
৯) পেনসিলের সীসকে ড্রইং বোর্ডের উপর ঘষে তীক্ষ্ণ করলে।
১০) ড্রইং বোর্ড বা শিটের উপর শিরিশ কাগজ রেখে সীসকে তীক্ষ্ণ করলে।
১১) ইরেজার দিয়ে বার বার শিটকে ঘষলে এবং পরে পরিষ্কার না করলে।
১২) ময়লা রুমাল বা কাপড়ের টুকরা দিয়ে কাগজকে পরিষ্কার করলে।

সুতরাং ড্রইং শুরু করার পূর্বে জামার হাতা গুটিয়ে এবং হাতের ঘাম মুছে নিতে হবে। প্রয়োজনে সাবান দিয়ে হাত পরিস্কার করে নিতে হবে, যাতে হাতের ঘাম শীটে না লাগে। এ জন্য সাদা কাগজ বা পরিষ্কার রুমাল বা তোয়ালে হাতের নিচে রাখতে হবে। এছাড়া কাগজের যে অংশে ড্রইং শেষ হয়ে যাবে, সে অংশ সাদা কাগজ দিয়ে ঢেকে দিতে হবে। ড্রইং বোর্ড, সেট-স্কয়ার, টি-স্কয়ার, স্কেল, ইরেজার ইত্যাদিকে ড্রইং করার সময় ও মাঝে মধ্যে রুমাল দিয়ে পরিষ্কার করে নিতে হবে। ড্রইং করার সময় বা পরে শিটের উপর কখনো কোনো ময়লা বস্তু রাখা যাবে না। নরম সীসের পেনসিল ব্যবহার করা উচিত নয় বা ইরেজার এর সাহায্যে শিটকে অতিরিক্ত ঘর্ষণ করা ঠিক নয়। এ ছাড়া পেনসিলকে কখনো ড্রইং বোর্ড বা শিটের নিকটে কাটা অথবা এর সীসকে তীক্ষ্ণ করা ঠিক নয়। ড্রইং বোর্ড বা শিটের উপর শিরিশ কাগজ রেখে পেনসিলের সীসকে তীক্ষ্ণ করা উচিত নয়।

৩.৩ ড্রইং শিটের লে-আউটকরণ (Drawing Sheet Lay-Out)

ড্রইং শিটে সুন্দর, সুষম, পরিষ্কার লে-আউটের উপর ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এর সৌন্দর্য ও সার্থকতা অনেকাংশে নির্ভর করে। কোনো বস্তুর ডিজাইন, বর্ণনা, মাপ, পরিমাপ, ইত্যাদি সম্পর্কে পরিপূর্ণ ধারণা দিতে বিস্তারিত ও নিখুঁত ড্রইং এর জন্য প্রয়োজন সুন্দর লে-আউট তথা ড্রইং শিটের চারদিকে বর্ডার লাইন টেনে মার্জিন, টাইটেল ব্লক প্যানেল, পার্ট লিস্ট, রিভিশন স্কেল, জোন সিস্টেম, ফোল্ডিং মার্কস, ড্রইং নম্বর, শিট নম্বর ইত্যাদি। ড্রইং শিটে এসব সুন্দর ভাবে, উপযুক্ত স্কেলে সুষ্ঠুভাবে প্রকাশ করার জন্য নির্দিষ্ট স্থান নির্বাচন করে অংকন করার পদ্ধতিকে ড্রইং শিটের লে-আউট বলে।

⊙ ড্রইং-এ লে-আউট এর উদ্দেশ্য

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ সম্প্রসারিত ড্রইং শিট্ লে-আউট এর উপরে সমৃদ্ধিপূর্ণ ড্রইং এর প্রস্তুতকরণ নির্ভর করে। এ জন্য একজন প্রকৌশলীকে ড্রইং এর আদর্শ ও প্রচলিত নিয়মনীতি অবশ্যই জানতে হয়। এ উদ্দেশ্যে তাকে মার্জিন, পার্ট লিস্ট, টাইটেল ব্লক, রিভিশন প্যানেল, জোনসিস্টেম, ফোল্ডিং মার্কস প্রভৃতি সম্পর্কে যেমন পূর্ণ ধারণা রাখতে হয়, তদ্রুপ ড্রইং এর গঠন ও ব্যাখ্যা সম্পর্কেও জ্ঞান থাকতে হয়।

⊙ মার্জিন লাইন (Margine Line)

যে স্থানে ড্রইং শিটটিকে বাঁধাই করার প্রয়োজনীয়তা থাকে, সে সব ক্ষেত্রে ড্রইং শিটের বামপাশে সাধারণত **40** মি.মি. হতে **70** মি.মি. জায়গা ফাঁকা রেখে যে রেখা অংকন করা হয়, তাকে মার্জিন লাইন বলে।

⊙ বর্ডার লাইন (Border Line)

ড্রইং শিটের উপরে ড্রইং-এর সৌন্দর্য বজায় রাখার জন্য এবং অংকনের উপযোগী নির্ভুল আয়তাকার ক্ষেত্র পাওয়ার উদ্দেশ্যে প্রথমেই শিটের চারদিকের ধার থেকে অন্তত **12** মি.মি. বাদ রেখে অথবা ড্রইং শিটের আকার অনুযায়ী প্রয়োজনীয় পরিমাণ জায়গা বাদ রেখে চারধারে যে রেখাগুলো অংকন করা হয়, তাদেরকে বর্ডার লাইন বলে।

⊙ বর্ডার লাইন প্রদানের আদর্শ নিয়ম

ড্রইং শিটের সকল ধার বা প্রান্ত প্রায়ই সঠিক আয়তাকার থাকে না, সামান্য অসম থাকে। এ কারণে ড্রইং-এর সৌন্দর্য বজায় রাখার জন্য এবং অংকনের সহায়ক নির্ভুল আয়তাকার ক্ষেত্র পাওয়ার উদ্দেশ্যে প্রথমেই শিটের চারদিকে কাগজের ধার থেকে অন্তত **12** মি.মি. বা **0.5** ইঞ্চি ছাড় রেখে চারটি রেখা টেনে নিতে হয়। যেখানে ড্রইংটিকে গেঁথে রাখার আবশ্যকতা থাকে, সেখানে বাম দিকের ছাড়-রেখা সাধারণত কাগজের ধার থেকে **40** থেকে **70** মি.মি. দূরে টানা হয়ে থাকে। এ ছাড়া-রেখা অলঙ্কার বিহীন, মোটা, স্পষ্ট এবং গভীর হওয়া উচিত। প্রথমে হাল্কাভাবে এ রেখা টেনে ড্রইং শেষে একে গভীর ও স্পষ্ট করলে ড্রইং অযথা ময়লা হয় না এবং এটি উজ্জ্বল ও স্পষ্ট থাকে।

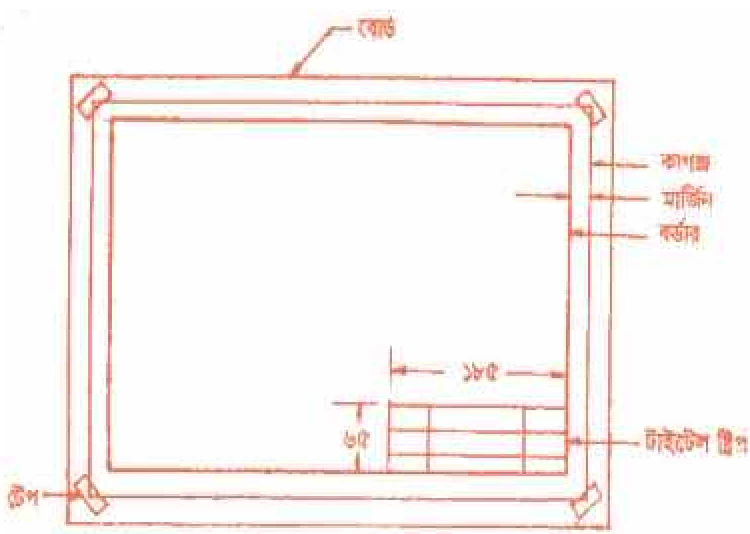
⊙ টাইটেল ব্লক (Title Block)

ড্রইং এর একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হলো টাইটেল ব্লক, যা প্রস্তুতকৃত সমস্ত ড্রইং সম্পর্কে তথ্য দেয়। ড্রইং শিটের ডান পাশে নিচের দিকে এটি স্থাপন করা হয়।

⊙ ড্রইং এ টাইটেল ব্লকের ব্যবহার

যে ড্রইং শিটে বা কাগজটিতে দৃশ্য আঁকা হবে প্রথমে সেটিকে বোর্ড-পিন অথবা সেলোফেন টেপ দিয়ে ড্রইং বোর্ডে সঠিকভাবে লাগাতে হবে। এরপর শিটে বর্ডার লাইন দিতে হবে। কাগজের নিচে, ডান পাশে টাইটেল ব্লক বা টাইটেল স্ট্রিপের জন্য জায়গা রাখতে হয় (চিত্র ৩.৩.১)।

শিল্প কারখানার ক্ষেত্রে নকশায় টাইটেল ব্লকের প্রয়োজন খুবই বেশি। সেখানে কোম্পানির নাম, ড্রইংয়ের নম্বর, যন্ত্রাংশের নাম, অ্যাসেম্ব্লি ড্রইংয়ের নম্বর, অঙ্কনকারীর নাম, নিরীক্ষকের নাম, অনুমোদনকারীর নাম, অঙ্কিত নকশার স্কেল ও তারিখ ইত্যাদি দেওয়া থাকে। ছাত্র-ছাত্রীদের অঙ্কিত নকশায় শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের নাম, ছাত্র-ছাত্রীর নাম, ক্রমিক নং, পাঠ্য বিষয়ের নাম, নম্বর, বস্তুর নাম, (যদি থাকে) তারিখ ইত্যাদি তথ্য উল্লেখ করা হয়।



চিত্র ৩.৩.১ ড্রইং শিটের নকশায় টাইটেল ব্লকের অবস্থান

⊙ টাইটেল ব্লকের মধ্যে নির্দেশ করার জন্য গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাদি

টাইটেল ব্লকে নিম্নলিখিত তথ্যাদি নির্দেশ করতে হয়

১) টাইটেল (Title) বা ড্রইং এর শিরোনাম।
২) ড্রইং এর নম্বর (Drawing Number) ।
৩) নির্দিষ্ট স্কেল (Scale) বা R. F
৪) অভিক্ষেপ পদ্ধতি (1^{st} or 3^{rd} Angle)
৫) ডিজাইনার ও কর্মস্থানের নাম। (Designer & Name of Organization)
৬) ড্রাফট্সম্যান বা অংকনকারীর নাম (Draftsman)
৭) নিরীক্ষকের নাম (Checked By)
৮) অনুমোদনকারীর নাম (Approved By)
৯) তারিখ (Date)
১০) স্বাক্ষর (Signature)

SAMPLE OF TITLE BLOCK FOR ORGANIZATION

NAME OF ORGANIZATION :		SIGNATURE	DATE
ADDRESS :	DWN.		
	CKD.		
	APVD.		
SCALE : PROJECTION :	TITLE :	DRAWING NO. :	

A TITLE BLOCK FOR EDUCATIONAL INSTITUTE:		
INSTITUTE : B.K.T.T.C	GOVT. INSTITUTE	
DEPARTMENT :	SUBJECT : MACHINE SHOP	
JOB NO. : 08	DWN BY : MR.	DATE :
JOB TITLE : MULTIPLECKD.BY	: ENGR.	DATE :
SCALE : 1 : 1	SEMESTER : 1st	ROLL NO. :

কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তরে প্রচলিত একটি টাইটেল ব্লকের নমুনা নিম্নে দেওয়া হলো

ডিপার্টমেন্টের নাম :		
প্রকল্পের নাম :		
প্রস্তাবিত নকশা :		
ডিজাইনকারী :		সুপারিশকারী :
পরীক্ষাকারী :		অনুমোদনকারী :
অংকনকারী :		
তারিখ :	স্কেল :	ড্রইং নম্বর :

অনুশীলনী - ৩ : ড্রইং শিট

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। আদর্শ ড্রইং শিটের সাইজ উল্লেখ করো।

২। ড্রইং শিটের কোন পাশে সাধারণত অংকন করার নিয়ম ?

৩। পরিচ্ছন্ন ড্রইং করার জন্য কী ব্যবহার করা দরকার ?

৪। ড্রইং বোর্ডের সাথে ড্রইং শিট আটকাতে কী কী উপকরণের প্রয়োজন হয় ?

৫। ড্রইং বোর্ডে সাধারণত কোন সাইজের ড্রইং শিট বেশি ব্যবহৃত হয় ?

৬। ড্রইং পেপার লে-আউট করতে কত দূরত্বে বর্ডার লাইন ও মার্জিন লাইন রাখা হয় ?

৭। ড্রইং শিটের টাইটেল ব্লকে কী কী তথ্য থাকা উচিত ?

৮। টাইটেল স্ট্রিপে অতিরিক্ত কী কী তথ্যের উল্লেখ থাকে ?

৯। টাইটেল ব্লক বলতে কী বোঝায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। ড্রইং শিট লে-আউট বলতে কী বোঝায় ?

২। ড্রইং-এ লে-আউট এর উদ্দেশ্য লেখ।

৩। ভবনের জন্য প্রযোজ্য একটি টাইটেল ব্লক অংকন করো।

৪। ড্রইং শিট লে-আউটের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

৫। ড্রইং এ টাইটেল ব্লকের ব্যবহারগুলো লেখ।

৬। আদর্শ ড্রইং শিটের আকার অংকন করো।

৭। ড্রইং শিটে টাইটেল ব্লক স্ট্রিপের জন্য কোথায় জায়গা রাখা হয় এবং কেন ?

৮। ড্রইং শিটের সেটকরণ বলতে কী বোঝায় ?

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। উত্তম ড্রইং করার জন্য কী কী শর্তাবলী ? তা লেখ।

২। ড্রইং কাজে পরিত্যাজ্য বিষয়গুলো লেখ।

৩। ড্রইং শিট ময়লা হওয়ার সাধারণ কারণগুলো উল্লেখ করো।

৪। ড্রইং বোর্ডে টেপ অথবা বোর্ড পিন দিয়ে শিটে আটকানো এবং কাগজ নষ্ট না করে খোলার কৌশল অনুশীলন করো।

৫। ড্রইং শিট কী অনুপাতে ব্যবহৃত হয় ? একটি ড্রইং শিট অংকন করে দেখাও।

৬। ড্রইং বোর্ডে সেলোফেন টেপ দিয়ে A4 আকারের একটি কাগজ আটকাও এবং এতে বর্ডার লাইন দাও।

৭। কাগজের নিচের অংশে একটি TITLE BLOCK তৈরি করো।

৮। একটা অর্গানাইজেশনের টাইটেল ব্লকের স্যাম্পল অংকন করো।

৯। টাইটেল ব্লকের মধ্যে নির্দেশিত প্রয়োজনীয় তথ্যাদি লেখ।

১০। কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তরের প্রচলিত একটি টাইটেল ব্লকের নমুনা এঁকে দেখাও।

৪. অ্যালফাবেট অব লাইন্‌স
Alphabet of Lines

৪.০ অ্যালফাবেট অব লাইন্‌স (Alphabet of Lines)

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ একটি বস্তুর দৃশ্যকে পরিষ্কারভাবে বোঝানোর জন্য একই প্রকার রেখা ব্যবহার না করে বিভিন্ন প্রকার পদ্ধতিগত রেখার সমাবেশ দ্বারা বোঝানো হয়ে থাকে। এ সব রেখা এক এক ধরনের অর্থ বা দৃশ্যের বর্ণনা করে থাকে। একে এ্যালফাবেট অফ লাইন্‌স বলে।

⊙ **ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ ব্যবহৃত বিভিন্ন রেখাসমূহ শনাক্তকরণ :**

রেখার নাম	রেখার আকৃতি	গ্রেড	সাইজ
(1) মার্জিন বা বর্ডার লাইন (Margin or Border Line)		B	বেশি মোটা
(2) বস্তুরেখা বা সীমা রেখা (Object Line or Visible Line)		H.B	মোটা
(3) হিডেন লাইন বা ছিন্ন রেখা (Hidden Line or Dotted Line)		2H	সরু বা মোটা
(4) কেন্দ্র রেখা (Center Line)		2H	সরু
(5) পরিমাপরেখা (Demension Line)		2H	সরু
(6) বর্ধক রেখা (Extension Line)	EXTENTION LINE	2H	সরু
(7) নির্দেশক রেখা (Leader Line)		2H	সরু
(8) ছেদ রেখা (Section Line)		2H	সরু
(9) শর্ট ব্রেক লাইন (Short Break Line)		2H	সরু বা মোটা
(10) লং ব্রেক লাইন (Long Break Line)		2H	সরু
(11) ছেদিত তলের রেখা (Section Plane Line)		2H.B	সরু ও মোটা
(12) ফ্যান্টম রেখা (Fantom Line)		2H	সরু
(13) সহায়ক রেখা (Construction Line or Guide Line)		2H	বেশি সরু

৪.১ ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ ব্যবহৃত বিভিন্ন রেখাসমূহ

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এর মূল ভাষা হলো রেখা বা লাইন। কোন বস্তুর দৃশ্যকে কতকগুলো রেখার সমন্বয়ে সুস্পষ্ট করে তোলা হয় বলে প্রত্যেকটি রেখার যথেষ্ট গুরুত্ব রয়েছে। বিভিন্ন শ্রেণির রেখা বিভিন্ন অর্থ প্রকাশ করে। ড্রইং-এ সরু এবং মোটা রেখারও বিভিন্ন অর্থ ও তাৎপর্য রয়েছে।

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ সাধারণত নিম্নলিখিত রেখাসমূহ ব্যবহৃত হয়। যথা :

১) বর্ডার লাইন বা মার্জিন লাইন (Border Line or Margin Line)
২) আউট লাইন বা সীমারেখা বা বস্তু রেখা (Out Line or Vissible Line or Object Line)
৩) ডটেড লাইন বা হিডেন লাইন বা ছিন্ন রেখা (Dotted Line or Hidden Line)
৪) সেন্টার লাইন বা কেন্দ্র রেখা বা শিকল রেখা (Centre Line or Chain Line)
৫) পরিমাপ রেখা বা ডাইমেনশন লাইন (Dimension Line)
৬) এক্সটেনশন লাইন বা বর্ধক রেখা (Extension Line)

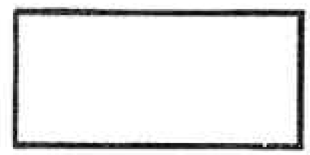
৭) লিডার লাইন বা নির্দেশক রেখা (Leader Line)
৮) সেকশন লাইন বা ছেদ-রেখা (Section Line)
৯) ব্রেক লাইন বা ভাঙ্গন রেখা (Break Line) ঃ
   ক) শর্ট ব্রেক লাইন (Short BreakLine) খ) লং ব্রেক লাইন (Long Break Line)
১০) কাটিং প্লেন লাইন বা ছেদ-তল রেখা (Cutting Plane Line)
১১) ফ্যান্টম লাইন (Fantom Line)
১২) সহায়ক রেখা (Construction Line or Guide Line)

⊙ ড্রইং এ ব্যবহৃত রেখাসমূহের বর্ণনা ও ব্যবহার

১। বর্ডার লাইন (Border Line)

এ রেখা অন্যান্য রেখা থেকে বেশি মোটা হয়ে থাকে। এটা দ্বারা কোনো ড্রইং শিটের চারদিকে বর্ডার লাইন টানা হয়ে থাকে। সকল ড্রইং এ লাইনের ভিতরে অংকন করা হয়। HB বা B পেন্সিল এ লাইন অংকনে ব্যবহৃত হয় (চিত্র ৪.১)।

প্রয়োগ ঃ এ রেখা দ্বারা ড্রইং শিটের চারদিকে বর্ডার লাইন অংকন করা হয়ে থাকে।



চিত্র ৪.১ বর্ডার লাইন

২। আউট লাইন বা সীমারেখা বা বস্তু রেখা (Out Line or Vissible Line or Object Line)

এটা পূর্ণ (Full) সমষ্টি এবং সমান মোটা। এলিভেশন বা ফ্রন্ট ভিউ, প্লান বা টপ ভিউ ইত্যাদি দৃশ্য বস্তুর সীমা নির্দেশক যে যে ধারগুলো বাহির হতে দেখা যায়, সেগুলোকে এ প্রকার রেখা দ্বারা দেখানো হয়ে থাকে। এর পুরুত্ব বা Thickness - 0.6 mm-1.5 mm পর্যন্ত হয় (চিত্র ৪.২)।

প্রয়োগ : এলিভেশন বা ফ্রন্ট ভিউ, প্লান বা টপ ভিউ ইত্যাদি দৃশ্য বস্তুর সীমা নির্দেশক যে যে ধারগুলো বাহির হতে দেখা যায়, ড্রইং-এর বিভিন্ন দৃশ্যে এ রেখাই সর্বাধিক প্রয়োগ হয়।

চিত্র ৪.২ সীমারেখা বা আউট লাইন

৩। ডটেড লাইন বা হিডেন লাইন বা ছিন্ন রেখা (Dotted Line or Hidden Line)

এটা অনেকগুলো সমান মাপের ক্ষুদ্ররেখার সমষ্টি। সীমা রেখার ন্যায় এটিও স্পষ্ট। কিন্তু অপেক্ষাকৃত সরু। বস্তুর এলিভেশন বা ফ্রন্ট ভিউ, প্লান বা টপ ভিউ ইত্যাদি দৃশ্যে এর যে ধারগুলো বাহির হতে দেখা যায় না অথচ ভিতরে বর্তমান আছে, সেগুলোকে এ প্রকার রেখা দ্বারা দেখানো হয়ে থাকে। ছিন্ন রেখার দৈর্ঘ্য ও অন্তরবর্তী ফাঁক বা দূরত্ব সর্বত্র প্রায় একই মাপের হওয়া উচিত। অবশ্য অনুমানে এটি বজায় রাখতে হয়। এটার দৈর্ঘ্য সাধারণত 4 mm হতে 6 mm পর্যন্ত হয় এর পুরুত্ব 0.3 mm ফাঁকা স্থানের দৈর্ঘ্য 1.5 mm হয় (চিত্র ৪.৩)।

প্রয়োগ : কোন দৃশ্যে এর যে ধারগুলো বাহির হতে দেখা যায় না অথচ ভিতরে বর্তমান আছে, সেগুলোকে এ প্রকার রেখা দ্বারা দেখানো হয়ে থাকে।

চিত্র ৪.৩ ডটেড লাইন বা হিডেন লাইন

৪। সেন্টার লাইন বা কেন্দ্র রেখা বা শিকল রেখা (Centre Line or Chain Line)

এটা একান্তর (Alternate) ভাবে অংকিত কতকগুলো বৃহৎ এবং ক্ষুদ্র (প্রায় বিন্দু পরিমাণ) রেখার সমষ্টি। এ রেখাগুলোকে ছিন্ন রেখা হতে সরু করে টানা নিয়ম। বস্তুর অক্ষ এবং কেন্দ্র রেখাকে দৃশ্যের সীমা রেখা হতে উভয় দিকে অন্ততঃ 3mm পরিমাণ বর্ধিত রাখা নিয়ম। যেখানে কেন্দ্র রেখাকে বর্ধক রেখারূপে (Extension Line) ব্যবহার করার প্রয়োজন হয়। সেখানে আরও অধিক বর্ধিত করা যেতে পারে । এর পুরুত্ব - b/4 mm, বড় দৈর্ঘ্য-8 mm হতে 20 mm, ছোট দৈর্ঘ্য-3 mm হতে 4 mm এবং ফাঁকা স্থানের দৈর্ঘ্য- 2 mm হতে 3 mm পর্যন্ত উভয় দিকে হয় (চিত্র ৪.৪)।

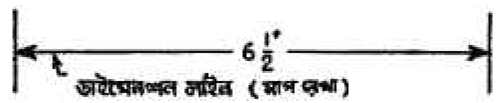
প্রয়োগ : অক্ষ (Axis) এবং কেন্দ্র রেখাকে (Center Line) এ রেখা দ্বারা দেখানো হয়ে থাকে।

চিত্র ৪.৪ কেন্দ্র রেখা বা চেইন লাইন

৫। ডাইমেনশন লাইন বা পরিমাপ রেখা (Dimension Line)

এটা পূর্ণ এবং স্পষ্ট। কিন্তু সীমারেখা হতে সরু। এ মাপ-রেখার উপরে বা এর মধ্যস্থানের কিছু অংশ মুছে ঐ স্থানে মাপাঙ্ক (Dimension) লেখা হয়ে থাকে। মাপ রেখাকে দৃশ্যের সীমা-রেখা থেকে এটা প্রায় 12 মি.মি. দূরে এবং অন্য মাপ-রেখা থেকে সাধারণত প্রায় 10 মি.মি. দূরে টানা নিয়ম। এর উভয় প্রান্তে তীর-চিহ্ন (Arrow Head) দ্বারা সীমা নির্দেশ করে।

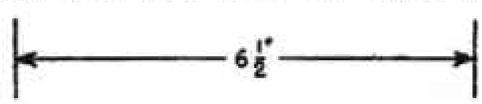
প্রয়োগ : কোনো Object এর বিভিন্ন অংশের মাত্রা প্রকাশ করতে Dimension Line বা পরিমাপ রেখা ব্যবহার করা হয় (চিত্র ৪.৫)।



চিত্র ৪.৫ পরিমাপ রেখা

৬। এক্সটেনশন লাইন বা বর্ধক রেখা (Extension Line)

এটা মাপ রেখার ন্যায় পূর্ণ এবং সরু। সীমা রেখা হতে অল্প দূরে মাপ লেখার জন্য দৈর্ঘ্যকে বাহিরে টেনে আনতে এ প্রকার রেখা টানা হয়ে থাকে। সীমারেখা হতে একে প্রায় 2mm দূরে এবং মাপ রেখা হতে প্রায় 4 mm পরিমাণ বর্ধিত করা প্রচলিত রীতি (চিত্র ৪.৬)।



চিত্র ৪.৬ বর্ধক রেখা

৭। লিডার লাইন বা নির্দেশক রেখা (Leader Line)

দুইটি বর্ধক রেখার অন্তর্বর্তী স্থান মাপাঙ্ক লেখার পক্ষে পর্যাপ্ত না হলে ঐ মাপাঙ্ককে অন্যত্র লিখে ঐ স্থানকে নির্দেশ করতে অথবা কোন অংশ সম্পর্কে কিছু তথ্য লেখার প্রযোজন হলে ঐ অংশটিকে বিশেষভাবে দেখাতে তীর-মুখ (Arrow Head) বা বিন্দু (Dot) সহ এই রেখা টানা হয়ে থাকে । নির্দেশক রেখাকে মাপ-রেখা এর ন্যায় সরু করে টানার নিয়ম এবং এর যে প্রান্তটি দৃশ্যের অভিমুখে থাকে, এতে তীর-মুখ বা বিন্দু দিয়ে অপর প্রান্তে ক্ষুদ্র একটি অনুভূমিক রেখা টানতে হয় এবং ঐ স্থানে তথ্য লিখতে হয়।

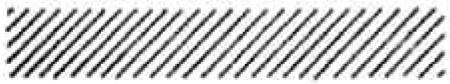
নির্দেশক রেখাকে উল্লম্ব অনুভূমিক বা বক্র ভাবে টানা নিষেধ। একে অধিক দীর্ঘ করা অথবা মুক্ত হাতে বা যথেচ্ছভাবে টানাও ঠিক নয়। নির্দেশক রেখার যে অংশ সীমা-রেখাকে স্পর্শ করে তাকে **30°** কোণ অপেক্ষা কম কোণে হেলানো করে এবং সন্নিহিত মাপ-রেখার সমান্তরালভাবে টানা নিয়ম সম্মত নয় (চিত্র ৪.৭)।



চিত্র ৪.৭ লিডার লাইন

৮। সেকশন লাইন বা ছেদ-রেখা (Section Line)

এটি সীমা-রেখা থেকে সরু এবং **45°** কোণে হেলানো ভাবে অংকন করা হয়। বস্তুর ছেদ করা অবস্থা বোঝাতে এ প্রকার রেখা টানা হয়ে থাকে। অর্থাৎ কোনো Object কাটা বা কর্তন করা অংশকে বোঝানোর জন্য এটা অংকন করা হয় (চিত্র ৪.৮)।



চিত্র ৪.৮ সেকশন লাইন

৯। ব্রেক লাইন বা ভাঙ্গন রেখা (Break Line)

এটি দীর্ঘ ছিন্ন রেখা। অত্যধিক দীর্ঘ বস্তুর দৃশ্য পূর্ণ মাপে দেখান সম্ভব হয় না বলে, এর কিছু অংশকে ভগ্ন অবস্থায় এ রেখা দিয়ে দেখানো হয়ে থাকে। দীর্ঘ ভাঙ্গনের জন্য চিত্র ৪.৯ এবং ক্ষুদ্রতর ভাঙ্গনের জন্য চিত্র ৪.১০ শ্রেণির রেখা ব্যবহৃত হয়। মুক্ত হস্তে অর্থাৎ কোনো যন্ত্রের সাহায্য না নিয়ে এ রেখা অংকন করা হয়ে থাকে।

ক) দীর্ঘ ভাঙ্গন রেখা (Long Break Line)

কোন বস্তু অত্যধিক দীর্ঘ হলে এদেরকে দৃশ্যে পূর্ণভাবে অংকন করা যায় না, এরূপ বস্তু দীর্ঘ অংশ কেটে ফেলে অংকন করতে এটা ব্যবহৃত হয়।

প্রয়োগ ঃ যেমন-মেশিনের পার্টস ও বিল্ডিং এর কলাম ইত্যাদি। ড্রইং করতে এ রেখা ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ৪.৯ ক) লং ব্রেক লাইন ও ৪.১০ খ) শর্ট ব্রেক লাইন

খ) ক্ষুদ্র ভাঙ্গন রেখা (Short Break Line)

বস্তুর ভিতর কিছু অংশের আকৃতি প্রকাশ করার জন্য অথবা বস্তুটির মধ্যে শুধু প্রয়োজনীয় স্থান প্রকাশ করার জন্য কিছু অংশ ভগ্ন অবস্থায় অংকন করতে এটা ব্যবহৃত হয়। একে মুক্ত হস্তে অংকন করা হয়ে থাকে।

১০। কাটিং প্লেন লাইন বা ছেদ-তল রেখা (Cutting Plane Line)

এ রেখা সীমা-রেখা থেকে সামান্য মোটা এবং একটি বৃহৎ ও দুইটি ক্ষুদ্র এ ধরনের একান্তরভাবে টানা রেখার সমষ্টি। ছেদ- দৃশ্য অংকনের সময় বস্তুকে অনুমানে যে স্থানে তল (Plane) দ্বারা ছেদ করানো হয় ঐ স্থানকে নির্দিষ্ট করতে, এ প্রকার রেখা টানা হয়ে থাকে। ছেদ করার পর

যেদিকে দৃষ্টিপাত করে দৃশ্য নেওয়া হয়, তীর-মুখ (Arrow Head) কে উক্ত মুখী করে অংকন করা নিয়ম। এটার বড় দৈর্ঘ্য 18 mm হতে 20 mm, ছোট দৈর্ঘ্য 3 mm ফাঁকা স্থানের দৈর্ঘ্য 1 mm হয়ে থাকে (চিত্র ৪.১১)।



চিত্র ৪.১১ কাটিং প্লেন লাইন

১১। **ফ্যান্টম রেখা (Fantom Line) :** এ রেখা অনেকটা শিকল বা কেন্দ্র রেখার মতো। এটা সাধারণত সরু হয়ে থাকে। অংকন করা যন্ত্রাংশের সাথে অন্য একটি যন্ত্রাংশের সংযোজন অবস্থা প্রকাশ করতে এটা ব্যবহৃত হয়। যন্ত্রাংশ মেশিনিং হয়ে উৎপাদন সম্পূর্ণ হওয়ার আগে কাস্টিং উৎপাদন অবস্থা প্রকাশ করার জন্য এবং বিভিন্ন প্রকার অদৃষ্ট অবস্থাকে প্রকাশ করতে এই রেখা ব্যবহার করা হয় (চিত্র ৪.১২)।

প্রয়োগ : একটি যন্ত্রাংশের সাথে অন্য একটি যন্ত্রাংশের সংযোজন অবস্থা প্রকাশ করতে এ রেখা ব্যবহৃত হয়।

চিত্র ৪.১২ ফ্যান্টম রেখা

১২। **গাইড লাইন বা সহায়ক রেখা (Construction Line or Guide Line)**

কোন বস্তু অংকন করার পূর্বেই স্থান ঠিক করে খুব সরু রেখা টানতে হয়। এটার কাজ শেষ হলে, মুছে ফেলতে হয় (চিত্র ৪.১৩)।

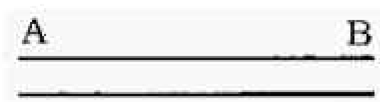
প্রয়োগ : এ রেখা সাধারণত খসড়া ড্রইং করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

চিত্র ৪.১৩ সহায়করেখা

⊙ অন্যান্য রেখার বর্ণনা

১) সরলরেখা

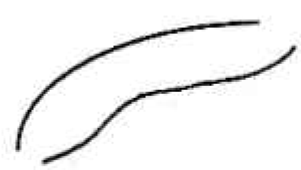
দুইটি সমতল পরস্পরকে ছেদ করলে একটি সরলরেখা (Straight Line) সৃষ্টি হয়। অবস্থানসহ এর শুধু দৈর্ঘ্য আছে, প্রস্থ বা বেধ নেই। তাই এ রেখা একমাত্রিক (One Dimensional) চিত্রে ৪.১৪ এ AB একটি সরল রেখা।



চিত্র ৪.১৪ সরলরেখা

২) বক্ররেখা

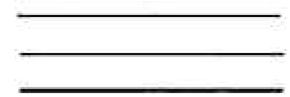
যে কোনো বক্রতলে বক্ররেখার সৃষ্টি হতে পারে। যেমন ঃ কলসীর তলা, ফুটবলের পৃষ্ঠভাগ। বক্ররেখা সাধারণ (Simple) ও জটিল (Compound) দুই রকমই হতে পারে (চিত্র ৪.১৫)।



চিত্র ৪.১৫ বক্ররেখা

৩) **অনুভূমিক রেখা**

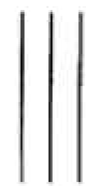
ভূ-পৃষ্ঠ বরাবর রেখাকে অনুভূমিক রেখা বলা হয়। যেমন- শান্ত হ্রদের পানি স্পর্শ করে, এ লাইন টানা যেতে পারে (চিত্র ৪.১৬)।



চিত্র ৪.১৬ অনুভূমিক রেখা

৪) **উল্লম্ব রেখা**

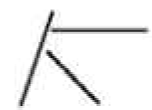
একটি ওলোনকে (Plum Bob) যখন সুতা দিয়ে ঝুলানো হয়, তখন সুতাটি একটি ভার্টিক্যাল লাইনের সৃষ্টি করে। অনুভূমিক লাইনের উপর লম্বভাবে অবস্থিত যে কোনো রেখাই উল্লম্ব রেখা (চিত্র ৪.১৭)।



চিত্র ৪.১৭ উল্লম্ব রেখা

৫) **অবলিক রেখা**

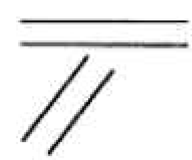
এটি নত বা বাঁকা রেখা, যা হরাইজন্টাল বা ভাটিক্যাল নয় (চিত্র ৪.১৮)।



চিত্র ৪.১৮ অবলিক রেখা

৬) **সমান্তরাল রেখা**

একটি রেখা অপর একটি রেখার সমান দুরত্বে থাকলে এদেরকে সমান্তরাল রেখা বলে। রেখা দুইটি বর্ধিত করলে কখনও এরা মিলিত হবে না (চিত্র ৪.১৯)।



চিত্র ৪.১৯ সমান্তরাল রেখা

⊙ রেখার প্রাধান্য দিয়ে রেখা অংকন প্রয়োগ পদ্ধতি

দৃশ্য অংকনের সময় যদি কোথাও দেখা যায় যে, দুই বা ততোধিক একই বা বিভিন্ন প্রকার রেখা পরস্পর মিলে যাচ্ছে, তাহলে ঐ স্থানে অনেকগুলো রেখার পরিবর্তে একটি মাত্র রেখা টানা নিয়ম। আর যে স্থানে ছিন্ন (Dotted) এবং পূর্ণ (Full) এ দুই প্রকার রেখা পরস্পর মিলে যায়, ঐ স্থানে কেবল পূর্ণ রেখা টানতে হয়। কারণ উভয়ের মধ্যে পূর্ণ রেখাকেই প্রাধান্য দেওয়া হয়ে থাকে।

এ ছাড়া আর একটি বিষয় স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, ছিন্ন রেখা (Dotted Line) কখনও সীমা রেখা হতে পারে না। কারণ যে রেখা বাইরে থেকে দেখা যায় না, তা দিয়ে কখনও বস্তুর সীমা নির্দিষ্ট হওয়া সম্ভব নয়।

⊙ তীর-মুখ (Arrow-Head)

দৈর্ঘ্যকে নির্দিষ্ট করার জন্য মাপ-রেখার উভয় প্রান্তে খালি হাতে (Free H and) অর্থাৎ কোনো যন্ত্রের সাহায্য না নিয়ে চিত্র ৪.২০ ও চিত্র ৪.২১ এর ন্যায় এক টানে বা দুই টানে এটি অংকন করা হয়ে থাকে।
তীর-মুখ সাধারণত দুই প্রকারের হয়ে থাকে। যথা

১) খোলা মুখ (Open)।
২) বন্ধ বা ভরাট মুখ (Closed or Solid)।

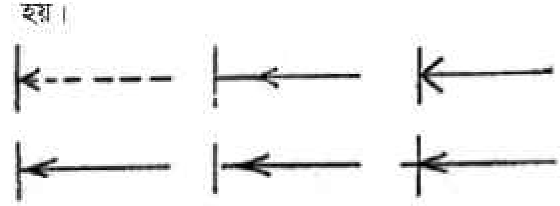
এটার মধ্যে ভরাট তীর-মুখ এর প্রচলন অধিক। তীর মুখ যে প্রকারেরই অংকন করা হোক না কেন, ড্রইং-এ এটি সব সময় একই প্রকার হওয়া উচিত। তীর-মুখ এর দৈর্ঘ্য, ড্রইং এর আয়তন ও রেখার সূক্ষ্মতার উপর নির্ভর করে। সাধারণত এর দৈর্ঘ্যকে প্রশস্ততার প্রায় 3 গুণ রাখা হয়ে থাকে। ড্রইং-এ যে প্রকার তীর মুখ অধিকাংশ ক্ষেত্রে অংকন করা হয়, তা চিত্র ৪.২০ এ দেখান হলো। সাধারণত কোনো Object এর মাত্রা এবং কোনো অংশ বিশেষভাবে দেখাতে Dimension Line এ তীর-মুখ রেখা বা Arrow Head Line ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ৪.২০ খোলা তীর-মুখ চিত্র ৪.২১ বন্ধ বা ভরাট তীর-মুখ

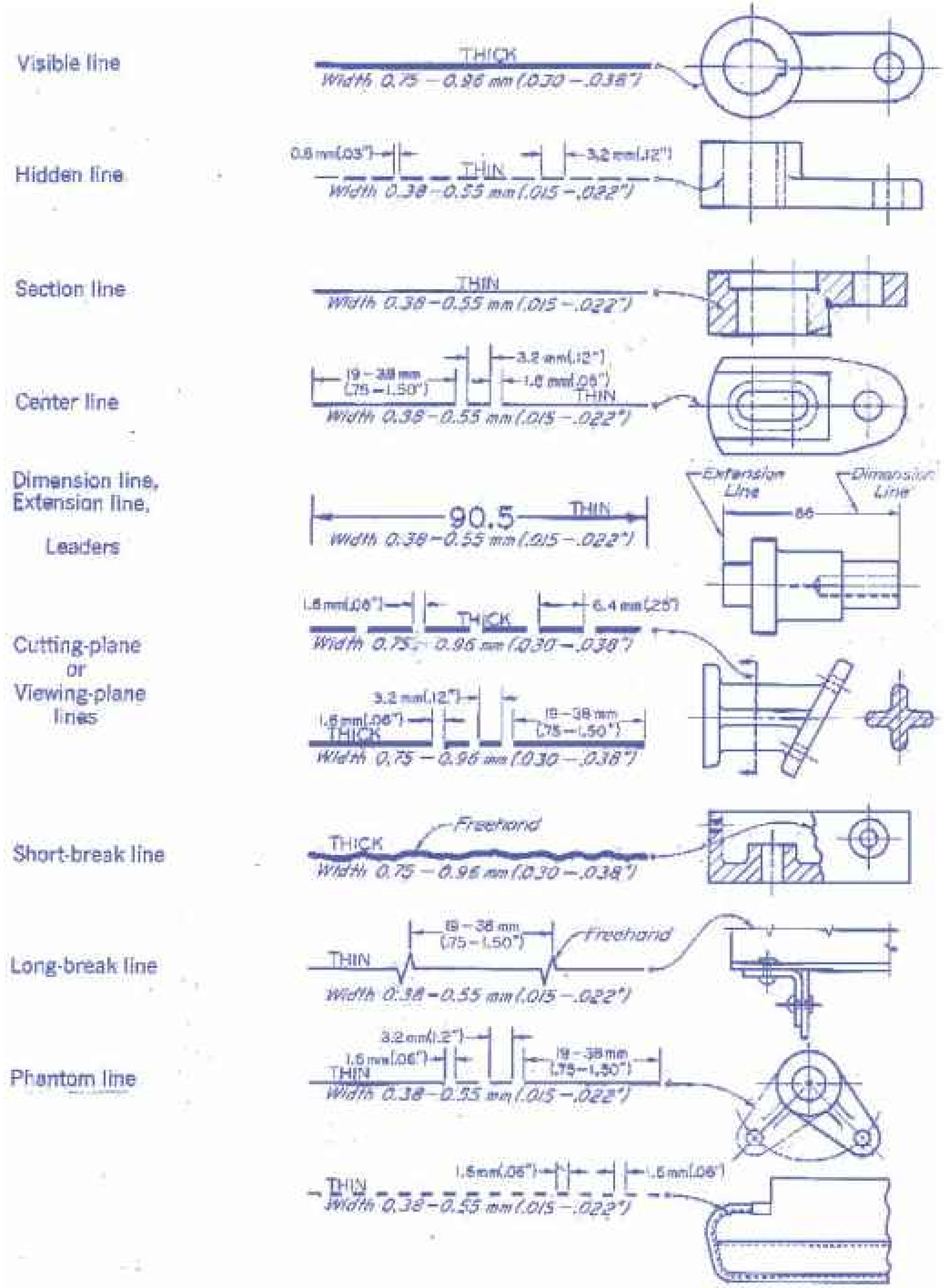
খোলা মুখ বিশিষ্ট তীর-মুখ অঙ্কন করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়ের প্রতি লক্ষ রাখা উচিত।

১) এর বাহু দুইটির অন্তর্বর্তী কোণ এমন হওয়া প্রয়োজন যার সাহায্যে মাপ রেখাটির প্রান্ত সঠিকভাবে নির্দিষ্ট হয়।
২) এটি যেন বর্ধক রেখাকে কেবল স্পর্শ করে অর্থাৎ এটি থেকে যেন দূরে না থাকে বা একে ছেদ না করে।
৩) এর বাহু দুইটি যেন অত্যধিক বিস্তৃত না হয়।
৪) এটি যেন ছিন্ন রেখা দিয়ে টানা না হয়। নিয়ম সম্মত নয় এরূপ ভাবে অঙ্কিত তীর মুখের কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হলো (চিত্র ৪.২২)।



চিত্র ৪.২২ তীর চিহ্ন-নিয়ম সম্মত নয়

৪.২ ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ ব্যবহৃত বিভিন্ন রেখাসমূহের প্রয়োগ



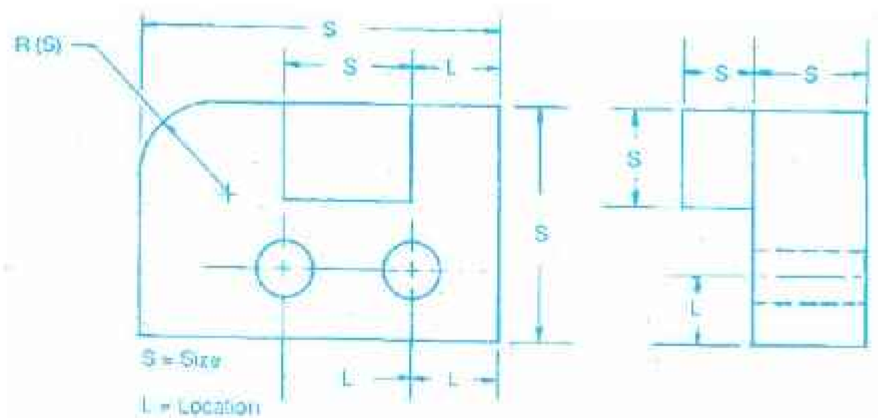
চিত্র ৪.২.১ ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ বিভিন্ন রেখাসমূহের প্রয়োগ

⊙ মাপাঙ্ক লেখন (Dimensoining)

কোন বস্তুর নক্‌শা অঙ্কনের প্রধান উদ্দেশ্যই হলো সঠিক আকার ও আকৃতি অনুযায়ী বস্তুটি নির্মাণ বা উৎপাদন করা। এ কারণে নক্‌শা বা ড্রইংয়ে প্রয়োজনীয় তথ্য সন্নিবেশ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কেননা ত্রুটিযুক্ত পরিমাপে কোনো বস্তু উৎপাদিত হলে সময়, শ্রম, নির্মাণ সামগ্রী ও অর্থের অপচয় এবং নির্মাণকারী প্রতিষ্ঠানের সুনাম ক্ষুণ্ন হয়। সুতরাং নক্‌শা বা ড্রইংয়ে পরিমাপ ও তথ্য দেয়ার সময় তা নির্ভুল, কারিগরদের জন্য সহজবোধ্য এবং প্রচলিত নিয়ম অনুযায়ী হওয়া দরকার।

সুষ্ঠ পরিমাপ বা মাপাংক লেখনের ক্ষেত্রে নিয়ম সম্মত পরিমাপ রেখা (Dimension Line), বর্ধক রেখা (Extension Line), তীর-চিহ্ন (Arrow-Head), পরিমাপের অঙ্ক, সাংকেতিক চিহ্ন, সংশ্লিষ্ট তথ্য এবং সর্বোপরি মাপাঙ্ক লেখনের যথাযথ নিয়ম অনুসরণ গুরুত্বপূর্ণ। মাপাঙ্ক বা পরিমাপ দুই ধরনের তথ্য নির্দেশ করে। প্রথমত আকৃতির (Size) পরিমাপ, দ্বিতীয়ত অবস্থানের পরিমাপ (Location), মেকানিক্যাল ও সিভিল প্রকৌশলীগণ নিজ নিজ ক্ষেত্রের সাথে সংশ্লিষ্ট পদ্ধতি ব্যবহার করতে পারেন। তবে তাদের উদ্দেশ্য ভিন্ন নয়। (চিত্র ৪.২.২)

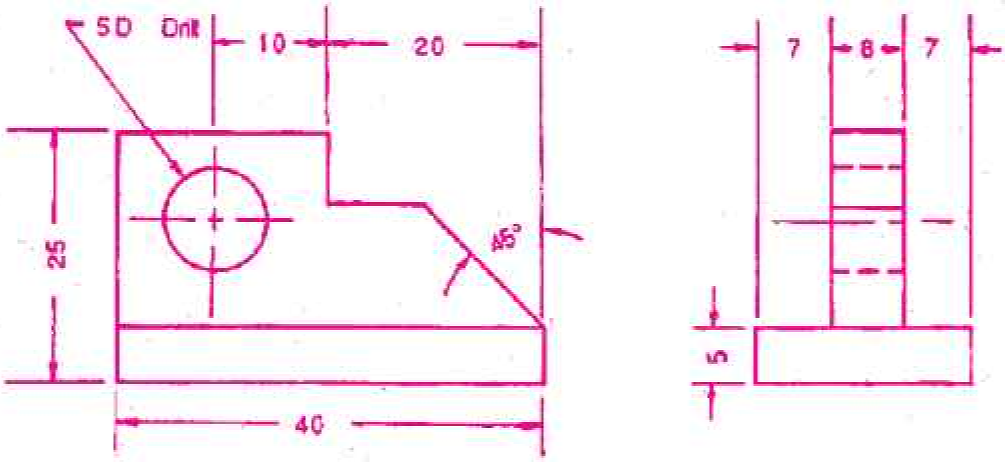
⊙ পরিমাপ রেখার প্রয়োগ



চিত্র ৪.২.২ আকৃতি ও অবস্থান নির্দেশক মাপাঙ্ক লেখার পদ্ধতি

⊙ পরিমাপ রেখা (Dimension Line)

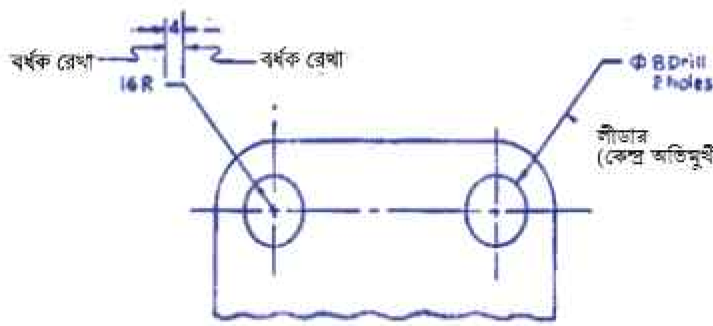
বস্তুর নক্‌শার নির্দিষ্ট কোনো অংশের মাপ বোঝাতে পরিমাপ রেখা অংকন করা হয়। পরিমাপ রেখা একটি সরলরেখা যার দুই পাশে বিপরীতমুখী দুইটি তীর-চিহ্ন থাকবে। পরিমাপ রেখার মাঝামাঝি সুবিধাজনক স্থানে পরিমাপের অংক বসাতে হয় (চিত্র ৪.২.৩)।



চিত্র ৪.২.৩ মাপাঙ্ক লেখার পদ্ধতি

⊙ লিডার লাইনের প্রয়োগ (Leader Line)

লিডার লাইন সরু একটি সরলরেখা যা **30°** বা **45°** বা **60°** কোণে হেলানো থাকে। নোট বরাবর একটি আনুমানিক 4 মি.মি. ড্যাশ-এবং যে স্থানের জন্য নোট লেখা হয়েছে সে স্থান ছুঁয়ে একটি তীর-মুখ থাকবে (চিত্র ৪.২.৪)।



চিত্র ৪.২.৪ লিডার লাইন এর প্রয়োগ

⊙ বর্ধক রেখার প্রয়োগ পদ্ধতি (Extention Line)

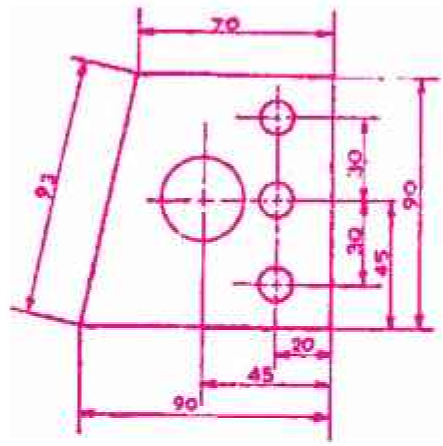
বস্তুর যে পরিমাপ নির্দেশ করতে হবে সেটি এক জোড়া সরু রেখা দিয়ে চিহ্নিত করতে হয়। এই জোড়া রেখাকে বর্ধক রেখা বলে। বর্ধক রেখা ড্রইং এর প্রান্ত রেখা থেকে আনুমানিক 1 মি.মি. ফাঁক দিয়ে টানতে হয় (চিত্র ৪.২.৫)।

পরিমাপ লেখার পদ্ধতি

ড্রইংয়ে সাধারণত দুই পদ্ধতিতে পরিমাপ লেখা হয়ে থাকে -

১) সরলরেখা ক্রমে (Aligned)

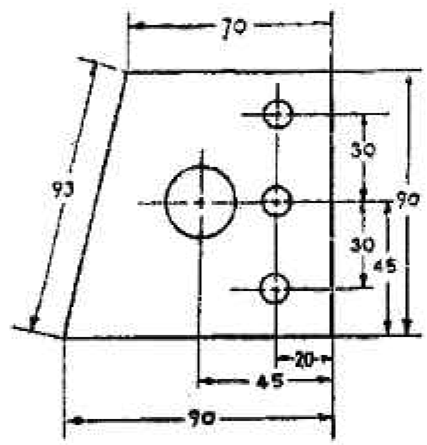
মাপ-রেখা না মুছে অর্থাৎ রেখাটিকে পূর্ণ অবস্থায় রেখে এর উপরে মধ্য স্থানে এবং মাপাঙ্ককে ড্রইং-এর নিচ দিক হতে অথবা ডানদিক হতে পড়া যায়, এ প্রকারে লেখা নিয়ম। দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থের মাপ নির্দেশ করতে মাপাঙ্কের (Figure) অঙ্ক যদি পরিমাপ রেখার সাথে পরিমাপ খাড়া বা লম্বভাবে থাকে, তবে একে এলাইন্ড (Aligned) পরিমাপ বলা হয় (চিত্র ৪.২.৫)।



চিত্র ৪.২.৫ এলাইন্ড পরিমাপ পদ্ধতি

২) একদিক ক্রমে (Unidirectional)

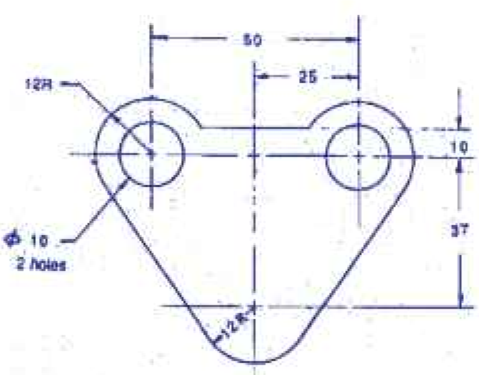
মাপ-রেখা লম্ব বা নত ভাবে থাকলেও এর মধ্য অংশকে মুছে নিয়ে মাপাঙ্ককে কেবল ড্রইং-এর নিচ দিক হতে পড়া যায় এ প্রকারে লেখা প্রয়োজন বৃহৎ ড্রইং এর বেলায় মাপাঙ্ক এ প্রকারে লিখিত থাকলে মাপ পড়তে সুবিধা হয় (চিত্র ৪.২.৬)। এলাইন্ড পদ্ধতিতে পরিমাপ নির্দেশ করলে পড়ার সুবিধার জন্য হ্যাচড (Hathed) লাইন দিয়ে চিহ্নিত করে বাইরে পরিমাপ লেখা হয়। দৈর্ঘ্য ও প্রস্থে মাপাঙ্ক সব সময় খাড়া বা লম্ব অবস্থানে থাকবে। একে ইউনিডিরেকশনাল পদ্ধতি বলে (চিত্র ৪.২.৬)।



চিত্র ৪.২.৬ ইউনিডিরেকশনাল পরিমাপ পদ্ধতি

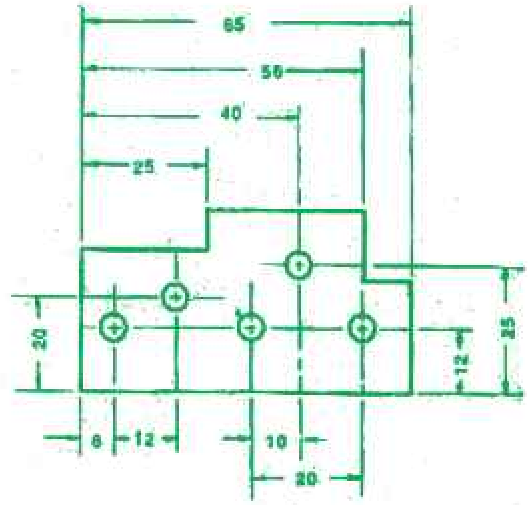
বৃত্ত ও বৃত্তাংশের পরিমাপ লেখার পদ্ধতি

বৃত্তাকার বা বৃত্তাংশ সম্বলিত দৃশ্যে বা বৃত্তাংশের কেন্দ্রের উপর ভিত্তি করে পরিমাপ নির্দেশ করা হয় (চিত্র ৪.২.৭)।



চিত্র ৪.২.৭ বৃত্ত ও বৃত্তাংশের পরিমাপ লেখার পদ্ধতি

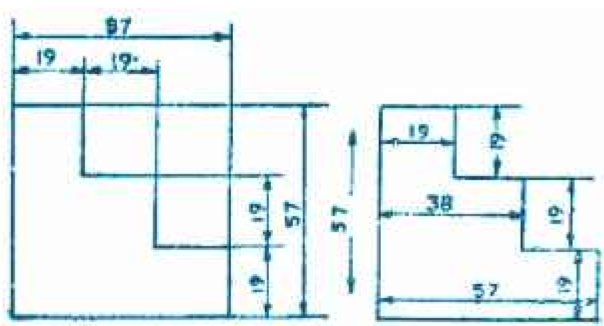
⊙ **বস্তুর সর্বমোট পরিমাপ বাইরে লেখার পদ্ধতি** (চিত্র ৪.২.৮)।



চিত্র ৪.২.৮ মাপাঙ্ক লেখার পদ্ধতি

⊙ **পরিমাপ রেখার প্রয়োগ পদ্ধতি**

ছোট পরিমাপ বাইরে আর বড় পরিমাপ ভিতরের দিকে দেওয়া কখনো উচিত নয়। এতে বর্ধক রেখা ও পরিমাপ রেখা পরস্পর ছেদ করে যা গ্রহণযোগ্য নয়। ড্রইংয়ের উপরে পরিমাপ দেওয়া ঠিক নয়। বর্ধক রেখা দিয়ে ড্রইংয়ের বাইরে পরিমাপ নির্দেশ করা হয়ে থাকে (চিত্র ৪.২.৯)।

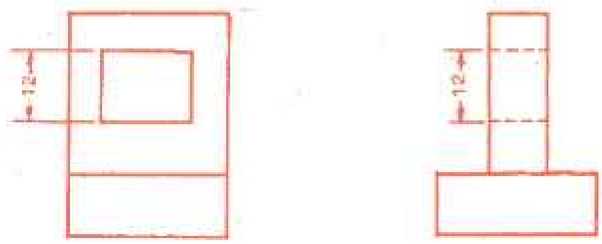


পরিমাপের সঠিক পদ্ধতি   পরিমাপের সঠিক পদ্ধতি নয়

চিত্র ৪.২.৯ মাপাঙ্ক লেখার পদ্ধতি

⊙ **বর্গাকার বা আয়তাকার ছিদ্রের পরিমাপ পদ্ধতি**

দৃশ্যমান নয় এমন কোনো গোল, বর্গাকার বা আয়তাকার ছিদ্রের অবস্থান নকশায় অদৃশ্য (Hidden) রেখা দিয়ে বোঝানো হয়। এইরূপ স্থানে পরিমাপ নির্দেশ করা পরিহার করতে হবে (চিত্র ৪.২.১০)।



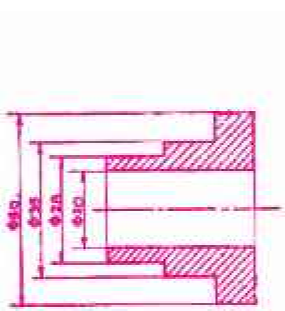
ক) দৃশ্যমান রেখা দিয়ে চিহ্নিত ছিদ্রের পরিমাপ পদ্ধতি

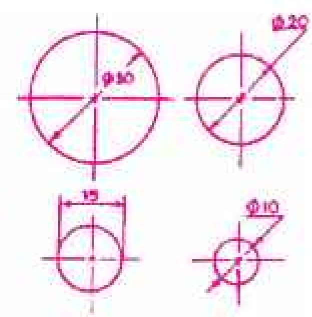
খ) অদৃশ্য রেখা দিয়ে চিহ্নিত ছিদ্রের পরিমাপ পদ্ধতি

চিত্র ৪.২.১০ দৃশ্যমান ও অদৃশ্যমান রেখা দিয়ে চিহ্নিত ছিদ্রের পরিমাপ পদ্ধতি

⊙ পূর্ণ বৃত্ত (Full Circle)

পূর্ণ বৃত্তের মাপকে ব্যাস (Diameter) মাপ দ্বারা এবং মাপাঙ্কের পরে DIAMETER শব্দটির সংক্ষেপে DIA অথবা ড্রইং এ বৃত্তাকার অংশের পরিমাপ লেখার সময় **D** অথবা **Ø** সংকেত দিয়ে ব্যাস দেখানো হয় (চিত্র ৪.২.১১ ও ৪.২.১২)।

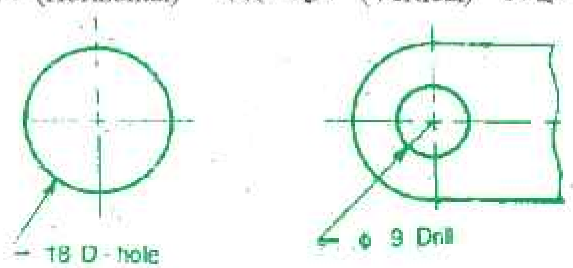




চিত্র ৪.২.১১ বৃত্তের পরিমাপ পদ্ধতি চিত্র ৪.২.১২ বৃত্তের পরিমাপ পদ্ধতি

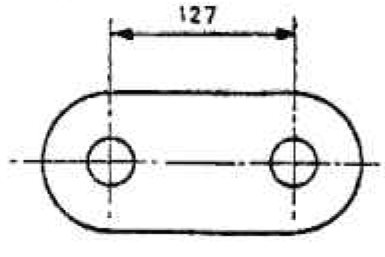
১) **ব্যাসার্ধ (Radius)** দ্বারা পূর্ণ বৃত্তের মাপ প্রকাশ করা নিয়ম সম্মত নয়।

২) বৃত্তের কেন্দ্রকে (Centre) সর্বদা অনুভূমিক (Horizontal) এবং উল্লম্ব (Vertical) কেন্দ্র-রেখা (Centre Line) দ্বারা নির্দিষ্ট করে দেওয়া প্রয়োজন। এ কেন্দ্র-রেখা দুইটি বস্তুর সন্নিহিত পার্শ্ব ভাগ হতে যে পরিমাণ দূরে অবস্থিত এর মাপ উল্লেখ করা উচিত (চিত্র ৪.২.১৩)।

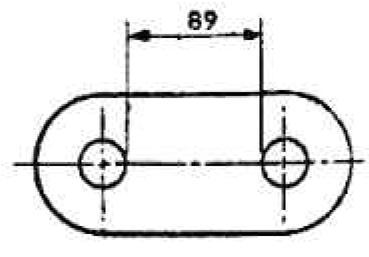


চিত্র ৪.২.১৩ ড্রইং এ বৃত্তাকার অংশের পরিমাপ নির্দেশকরণ

৩) একাধিক বৃত্ত সরল রেখাক্রমে থাকলে একটি বৃত্ত অপর বৃত্ত হতে কত দুরে অবস্থিত এটা বোঝানোর জন্য এদের পারস্পরিক দূরত্ব মাপ ছিদ্রের কেন্দ্র-রেখা অবলম্বনে দেওয়া উচিত। ছিদ্রের পার্শ্ব অবলম্বনে এটা দেয়া নিয়ম সম্মত নয় ।
(চিত্র ৪.২.১৪ ও ৪.২.১৫)



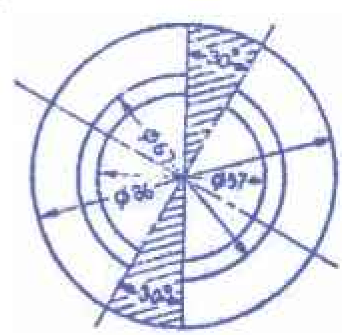
চিত্র ৪.২.১৪ নিয়ম সম্মত



চিত্র ৪.২.১৫ নিয়ম সম্মত নয়

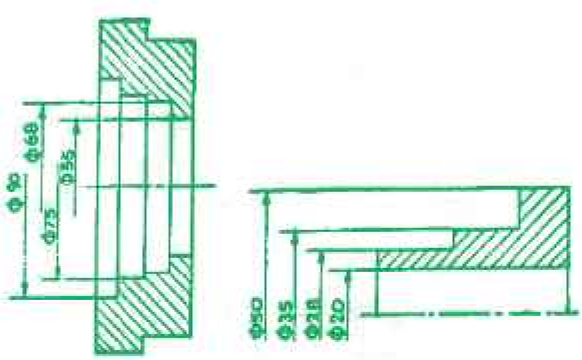
৪) বৃত্তের ব্যাস এর মাপ যে স্থানে বৃত্তের মধ্যেই দেওয়ার প্রয়োজন হয়, ঐ স্থানে মাপাঙ্ক যাতে ডান দিক হতে পড়া যায় সে ভাবে এটা লেখা দরকার, মাপ-রেখাকে ডান দিকে নত করে টানা এবং তীর-মুখকে বৃত্তের পরিধির দিকে দেয়া সাধারণ নিয়ম। স্থান সংকীর্ণ হলে মাপাঙ্ককে বাম দিক হতে পড়া যায় সে ভাবেও লেখা যেতে পারে (চিত্র ৪.২.১৬)।

৫) ব্যাসের একাধিক মাপাঙ্ক একই স্থানে যাতে ভিড় না হয় অথবা মাপ-রেখা যাতে অতিরিক্ত দীর্ঘ হয়ে না পড়ে এর জন্য এই ধরনের ব্যাস মাপ দেওয়া যেতে পারে। (চিত্র ৪.২.১৭)।


চিত্র ৪.২.১৬ ও চিত্র ৪.২.১৭ বৃত্তাকার কোণের পরিমাপ পদ্ধতি

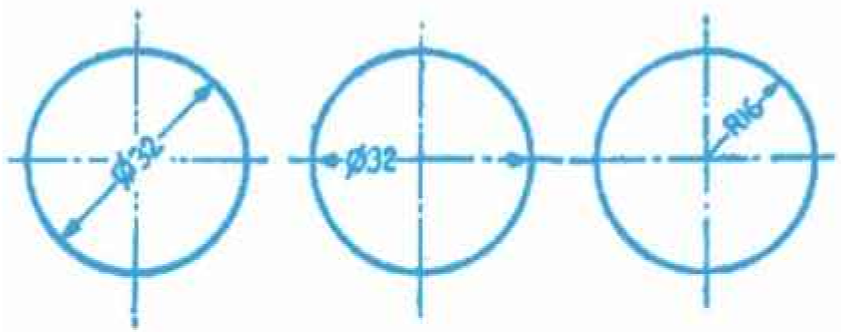
৬) একটি বস্তু গোল বেলনাকার (Cyclindrical) করে এবং প্রতিসম (Symmetrical) হলে পূর্ণ দৃশ্যের পরিবর্তে অর্ধ দৃশ্য অংকন করে মাপ-রেখাগুলোকে কেন্দ্র-রেখা হতে সামান্য বর্ধিত করে এবং তীর-মুখকে এদের এক প্রান্ত দিয়ে ব্যাস মাপ প্রকাশ করা যায়। (চিত্র ৪.২.১৮)

৭) পূর্ণ বৃত্তের মাপকে ব্যাসার্ধ মাপ দ্বারা, কেন্দ্র-রেখাকে মাপ-রেখা রূপে ব্যবহার করে অথবা কেন্দ্রস্থলে ব্যাস মাপ লেখা নিয়ম সম্মত নয় (চিত্র ৪.২.১৯)।


চিত্র ৪.২.১৮ ও চিত্র ৪.২.১৯ গোল বেলনাকার বস্তুর পরিমাপ পদ্ধতি

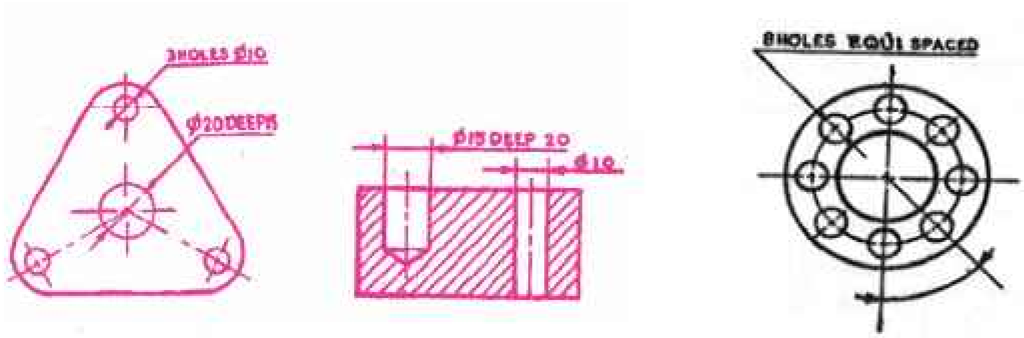
⊙ ছিদ্রের পরিমাপ দেওয়ার প্রয়োগ পদ্ধতি

গোল ছিদ্রের মাপ প্রকাশ করতে হলে, ছিদ্রটি যে ড্রিল দ্বারা তৈরি তার মাপ নির্দেশক রেখার (Leader Line) সাহায্যে বাইরে তথ্যের আকারে লিখে দেওয়া প্রয়োজন। এক মুখ বন্ধ (Blind Hole) থাকলে ছিদ্রের গভীরতার মাপ উল্লেখ করা আবশ্যক। ছিদ্রের গভীরতা দ্বারা ছিদ্রের গোল সিলিন্ড্রিক্যাল (Cylindrical) অংশের গভীরতাকেই বোঝায়। (চিত্র ৪.২.২০ ও ৪.২.২১)



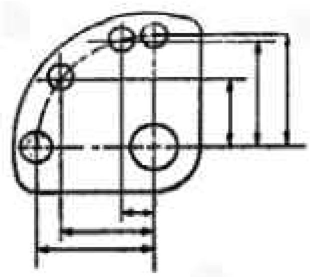
চিত্র ৪.২.২০ নিয়ম সম্মত চিত্র ৪.২.২১ নিয়ম সম্মত নয়

⊙ ড্রইং এ ছিদ্রের পরিমাপ ও তথ্য সংযোজন পদ্ধতির প্রয়োগ

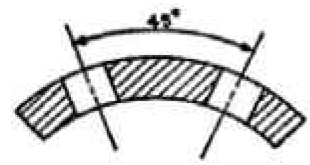


চিত্র ৪.২.২২ ও ৪.২.২৩ ড্রইং এ ছিদ্রের পরিমাপ পদ্ধতি চিত্র ৪.২.২৪ ড্রইং এ তথ্য সংযোজন পদ্ধতি

⊙ **ছিদ্রের অবস্থান :** একই ব্যাসের একাধিক ছিদ্র সম-দূরত্বে এবং বৃত্তাকারে থাকলে, এদের অবস্থান ' পিচ সার্কেল'-এর (Pitch Circle) মাধ্যমে দেওয়ার নিয়ম। কোন যন্ত্রাংশে একই মাপের একাধিক ছিদ্র থাকলে এর যে কোন একটির পরিমাপ নির্দেশ করে প্রয়োজনীয় তথ্য সংযোজন করা হয় (চিত্র ৪.২.২৫)। সমকোণীয় নির্ণায়কের (Rectangular Co-ordinates) সাহায্যে ও দুইটি ছিদ্রের কেন্দ্রের দূরত্ব নির্দিষ্ট করা যেতে পারে। (চিত্র ৪.২.২৫) কোন বক্রাকার উপরিভাগের উপর একাধিক ছিদ্র থাকলে এদের অবস্থান কোণের মাধ্যমে দেখাতে হয়। (চিত্র ৪.২.২৬) মাপ-রেখাকে বস্তুটির উপরিভাগের গোলের সমকেন্দ্রিক (Concentric) রূপে টানা প্রয়োজন। প্লানদৃশ্যে গোল প্রান্ত বিশিষ্ট আয়তকার নালীকে (Slote) (চিত্র ৪.২.২৭) এর ন্যায় দেখানো নিয়ম।

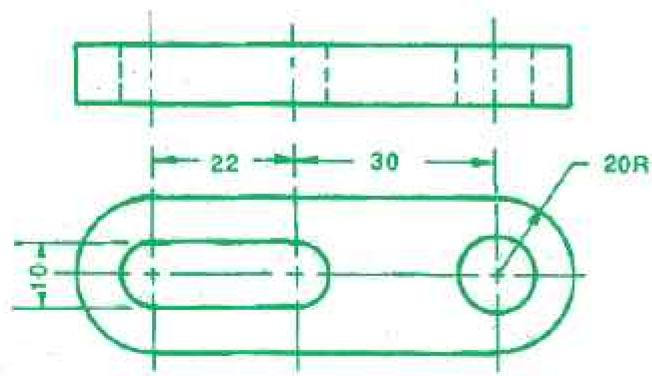


চিত্র ৪.২.২৫



চিত্র ৪.২.২৬

⊙ **স্লট যুক্ত যন্ত্রাংশের ড্রইং এ পরিমাপ দেওয়ার পদ্ধতি নিম্নের চিত্রে প্রদর্শন করা হলো**



চিত্র ৪.২.২৭ নালী বা স্লট এর পরিমাপ পদ্ধতি চিহ্নিতকরণ

⊙ ব্যাসার্ধ (**Radius**)

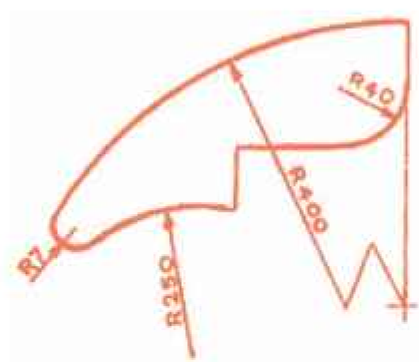
বৃত্তাংশ বা বৃত্ত-চাপের (Arc) মাপকে ব্যাসার্ধ (Radius) মাপ দ্বারা প্রকাশ করা এবং মাপাঙ্কের পরে শব্দটির সংক্ষেপে লেখা নিয়ম। (চিত্র ৪.২.২৮) ব্যাসার্ধের পরিমাপ নির্দেশের নিয়ম পাশে দেখানো হলো ঃ

১) বৃত্তাংশ বা বৃত্ত-চাপের মাপকে ব্যাস মাপ দ্বারা প্রকাশ করা নিষেধ।

২) ব্যাসার্ধের মাপ-রেখাকে যথাসম্ভব বৃত্ত-চাপের কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে টানা নিয়ম।

৩) বৃত্ত-চাপের কেন্দ্রকে কোন মাপ-রেখা দ্বারা নির্দিষ্ট করতে হলে একে একটি বিন্দু দ্বারা চিহ্নিত করা দরকার।

৪) এক সমকোণে ছেদ করে এই প্রকার দুইটি কেন্দ্র-রেখার (Centre Line) সাহায্যে কেন্দ্রকে নির্দিষ্ট করে মাপ-রেখাকে হেলানোভাবে টেনে এবং তীর-মুখ (Arrow Head) বৃত্তাংশের পরিধির দিকে (কেন্দ্রের দিকে নয়) অঙ্কন করে ব্যাসার্ধের মাপ-রেখা টানার নিয়ম। ব্যাসার্ধ ক্ষুদ্র হলে তীর-মুখকে বিপরীতভাবে অঙ্কন করা যেতে পারে (চিত্র ৪.২.২৮)।



চিত্র ৪.২.২৮ ড্রইং এ দূরবর্তী কেন্দ্রের অবস্থান নির্দেশকরণ

৫) যে স্থানে বৃত্তাংশের কেন্দ্রকে নির্দিষ্ট করার প্রয়োজন থাকে না, ঐ স্থানে ব্যাসার্ধের মাপ-রেখাকে টানা যায় না।

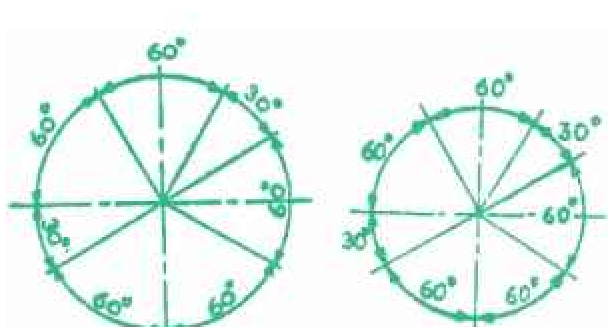
৬) কোন যন্ত্রাংশের ড্রইং এ বৃত্তাকার অংশের কেন্দ্র দূরে অবস্থিত হলে এর অবস্থান নিচের চিত্র অনুযায়ী পরিমাপ দিয়ে প্রকাশ করা হয় (চিত্র ৪.২.২৮)।

৭) বৃত্ত-চাপের ব্যাসার্ধ অধিক দীর্ঘ হলে অথবা কেন্দ্র নির্দিষ্ট করার উপযোগী স্থান পাওয়া না গেলে ব্যাসার্ধের মাপ-রেখাকে ভগ্ন করে টানা যেতে পারে। চিত্র ৪.২.২৮ এর ন্যায়।

⊙ কোণের পরিমাপ পদ্ধতি (Angle)

১) কোণের মাপ, কোণ-বিন্দুকে কেন্দ্র করে অঙ্কিত বৃত্ত-চাপের (**Arc**) উপরে মধ্যস্থানে লেখাই সাধারণ নিয়ম।

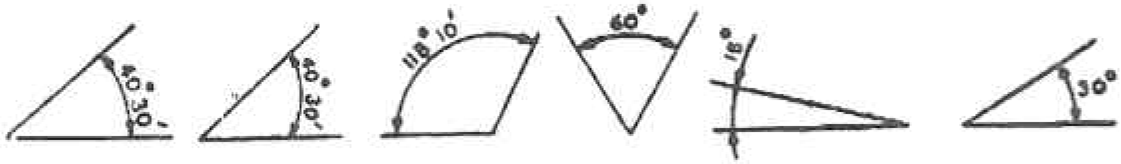
২) কোণের মান কম হলে, মাপাঙ্ক যাতে নিচের দিক হতে পড়া যায় এ প্রকারে এবং কোণের মান বেশি হলে, মাপাঙ্ক যাতে কোণ-বিন্দুর দিক হতে পড়া যায় এ প্রকারে লেখা হয়ে থাকে।



⊙ পরিমাপ নির্দেশ করার নিয়ম

(চিত্র ৪.২.২৯, ৪.২.৩০ ও ৪.২.৩১) এ দেখানো হলো**:** চিত্র ৪.২.২৯ ও

চিত্র ৪.২.৩০ কোণের পরিমাপ লেখার পদ্ধতি

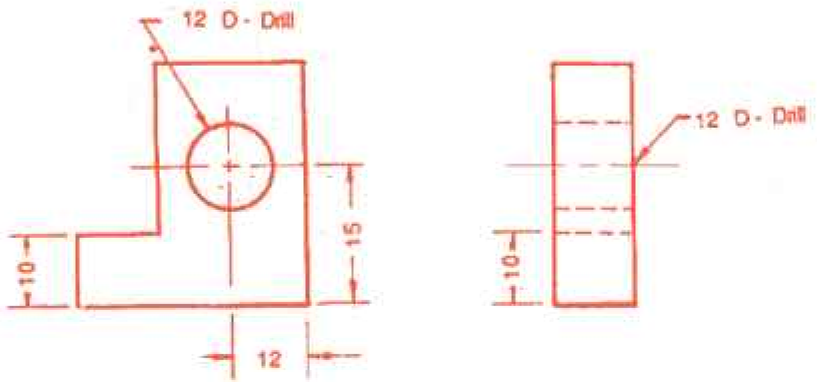


নিয়ম সম্মত নয় নিয়ম সম্মত

চিত্র ৪.২.৩১ কোণের পরিমাপ

⊙ **ড্রইং এ অদৃশ্য রেখার উপর পরিমাপ চিহ্নিতকরণ পদ্ধতি**

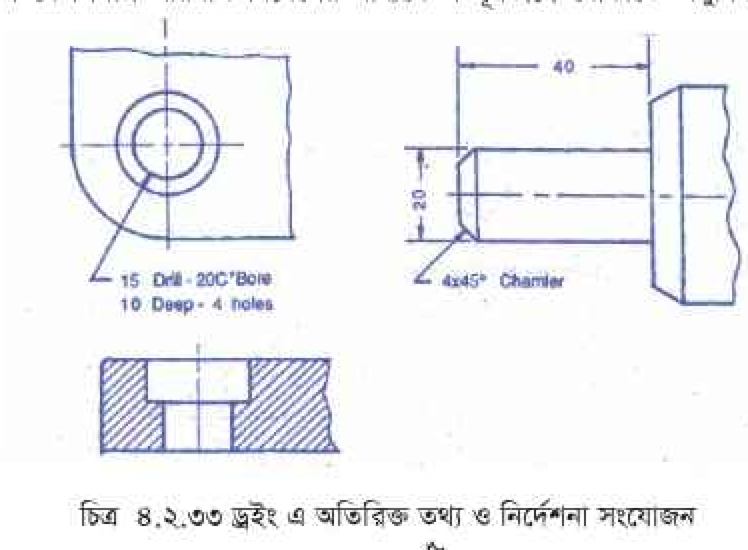
অদৃশ্য রেখার উপর পরিমাপ চিহ্নিত করা উচিত নয়। পৃথক বর্ধকরেখা এঁকে পরিমাপ নির্দেশ করতে হয় (চিত্র ৪.২.৩২)।



চিত্র ৪.২.৩২ ড্রইং এ পরিমাপ লেখার পদ্ধতি

⊙ **ড্রইং এ তথ্য লেখার পদ্ধতি**

কোন ড্রইং এ কেবলমাত্র পরিমাপ নির্দেশের মাধ্যমে সম্পূর্ণভাবে বোঝাতে অসুবিধা হলে অতিরিক্ত তথ্য বা নির্দেশনা দিয়ে সহজবোধ্য করা হয় (চিত্র ৪.২.৩৩)।



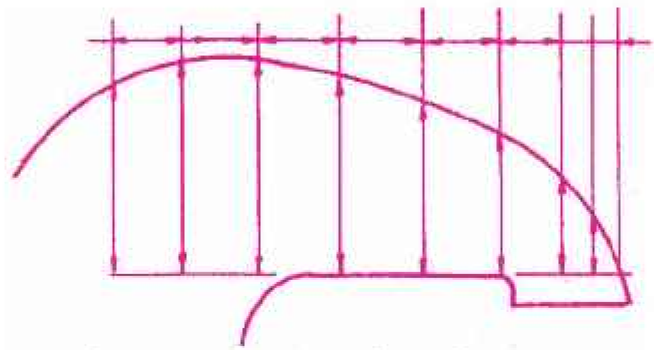
চিত্র ৪.২.৩৩ ড্রইং এ অতিরিক্ত তথ্য ও নির্দেশনা সংযোজন

⊙ **মাপাঙ্ক লেখার জন্য অপর্যাপ্ত স্থানে পরিমাপ নির্দেশ করার পদ্ধতি :** (চিত্র ৪.২.৩৪)



চিত্র ৪.২.৩৪ ড্রইং এ অপর্যাপ্ত স্থানের পরিমাপ নির্দেশকরণ

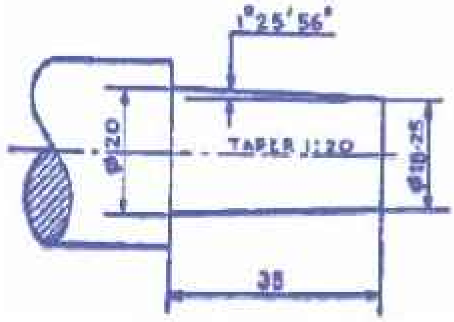
⊙ **জটিল যন্ত্রাংশের ড্রইং এ অফসেট প্রণালীতে পরিমাপ পদ্ধতি চিহ্নিতকরণ**



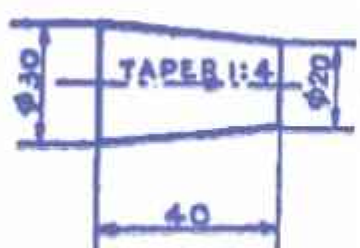
চিত্র ৪.২.৩৫ অফসেট পদ্ধতিতে পরিমাপ চিহ্নিতকরণ

⊙ **টেপার (Taper) যন্ত্রাংশের ড্রইং এ পরিমাপ পদ্ধতি**

যন বস্তুর গোল (Round) এবং চতুষ্কোণ (Square) অংশ ক্রমশ সরু বা সুক্ষ্ম অর্থাৎ 'ট্যাপার' (Taper) করা থাকলে, এদের মাপ বা মাপের হারকে চিত্র (৪.২.৩৬) ট্যাপারের হারকে কেন্দ্র-রেখার উপরে লেখা প্রয়োজন। 'ট্যাপারের' ক্রম-সূক্ষ্মতার এই হারকে তীর-মাথার সাহায্যে ট্যাপারের দিকে (Direction) দেওয়ার নিয়মও প্রচলিত আছে (চিত্র ৪.২.৩৭)।



চিত্র ৪.২.৩৬ টেপারের পরিমাপ পদ্ধতি



চিত্র ৪.২.৩৭ টেপারের পরিমাপ পদ্ধতি

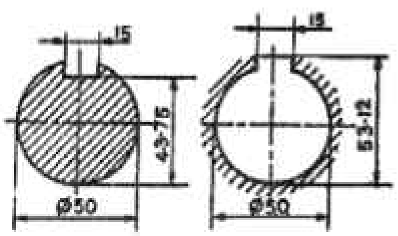
⊙ **কী -ওয়ে (Key Way)**

গোল শ্যাফট (Shaft) এ ব্যবহার উপযোগী সমান্তরাল (Parallel) ক্রমশঃ ঢালু বা ট্যাপার (Taper) করা কী-এর জন্য কী-ওয়ে (Key way) মাপ নিচের চিত্র (চিত্র ৪.২.৩৮) দেওয়া নিয়ম।

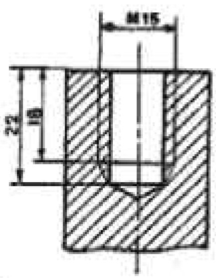
⊙ **মেট্রিক স্ক্রু থ্রেডের পরিমাপ পদ্ধতি**

নিচের চিত্রে মেট্রিক স্ক্রু-থ্রেডের মাপ দেখানো হলো (চিত্র ৪.২.৩৯)।

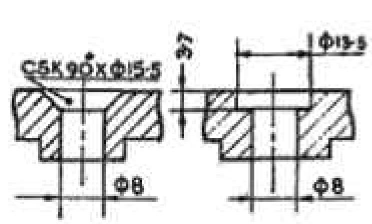
কাউন্টার শ্যাঙ্ক এবং কাউন্টার বোর বিশিষ্ট ছিদ্রের মাপ নিচে দেখানো হলো (চিত্র ৪.২.৪০)।



চিত্র ৪.২.৩৮ কী-ওয়ে পরিমাপ



চিত্র ৪.২.৩৯ স্ক্রু-থ্রেডের মাপ



চিত্র ৪.২.৪০ কাউন্টার শ্যাঙ্ক ও কাউন্টার বোর মাপ

অনুশীলনী - ৪ : অ্যালফাবেট অব লাইন্‌স

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। অ্যালফাবেট অব লাইন্‌স কী ?

২। অ্যালফাবেট অব লাইন্‌স কয়টি ও কী কী ?

৩। ড্রইং এ ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার রেখার নাম লেখ।

৪। নিচের রেখাগুলোর চিত্র অংকন করো।

ক) সীমা রেখা	ঘ) ছেদ-তল রেখা	ছ) মাপ-রেখা
খ) ছিন্ন রেখা	ঙ) ছেদ-রেখা	জ) সমান্তরাল রেখা।
গ) শিকল রেখা	চ) ভাঙ্গন রেখা	ঝ) নির্দেশক রেখা।

৫। কখন কোন রেখার প্রাধান্য দেওয়া হয় ?

৬। ডাইমেনশন রেখার পদ্ধতি কয়টি ও কী কী ?

৭। সরল রেখা ক্রমে বা এ্যালাইন্ড পদ্ধতিতে মাপ লেখার নিয়মগুলো লেখ।

৮। একদিক ক্রমে বা ইউনিডাইরেকশনাল পদ্ধতিতে মাপ লেখার নিয়মগুলো লেখ।

৯। তীর-মুখ বা তীর চিহ্ন কী ?

১০। নিয়ম সম্মত ও নিয়ম সম্মত নয় এরূপ তীর-চিহ্ন অংকন করে দেখাও।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। নিচের রেখাগুলো চিত্রসহ পার্থক্য নির্ণয় করো।

ক) সীমা-রেখা ও ছিন্ন-রেখা

খ) ছেদ-তল রেখা ও ছেদ-রেখা

গ) মাপ-রেখা ও শিকল-রেখা

ঘ) ভাঙ্গন রেখা ও নির্দেশক রেখা

২। সেকশন লাইন, ব্রেক লাইন, বর্ধক রেখা ও সীমা রেখাসমূহ শনাক্ত করো।

৩। ডাইমেনশন লেখার পদ্ধতিগুলোর নাম উল্লেখ পূর্বক চিত্র অংকন করো।

৪। কোণের মাপ লেখার নিয়ম সম্মত চিত্রটি অংকন করো।

৫। বৃত্তের মাপ লেখার নিয়ম সম্মত চিত্রটি অংকন করো।

৬। বৃত্তের মাপ লেখার নিয়ম ও নিয়ম সম্মত নয় এরূপ চিত্রগুলো অংকন করো।

৭। তীর-চিহ্নের ব্যবহার উল্লেখ করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। হিডেন লাইন, ডাইমেনশন লাইন, সেন্টার লাইন ও নির্দেশক রেখার ব্যবহার করে একটি Object অংকন করো।

২। চিত্রের সাহায্যে সরলরেখা ক্রমে বা এ্যালাইন্ড পদ্ধতির নিয়ম অংকন করে দেখাও।

৩। চিত্রের সাহয্যে একাদিক ক্রমে বা ইউনিডাইরেকশনাল পদ্ধতিতে মাপ লেখার নিয়ম দেখাও।

৪। একটি চিত্র অংকন করে বিভিন্ন প্রকার রেখা অংকনের নিয়ম দেখাও।

৫। মাপাংক রেখার আদর্শ নিয়ম চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

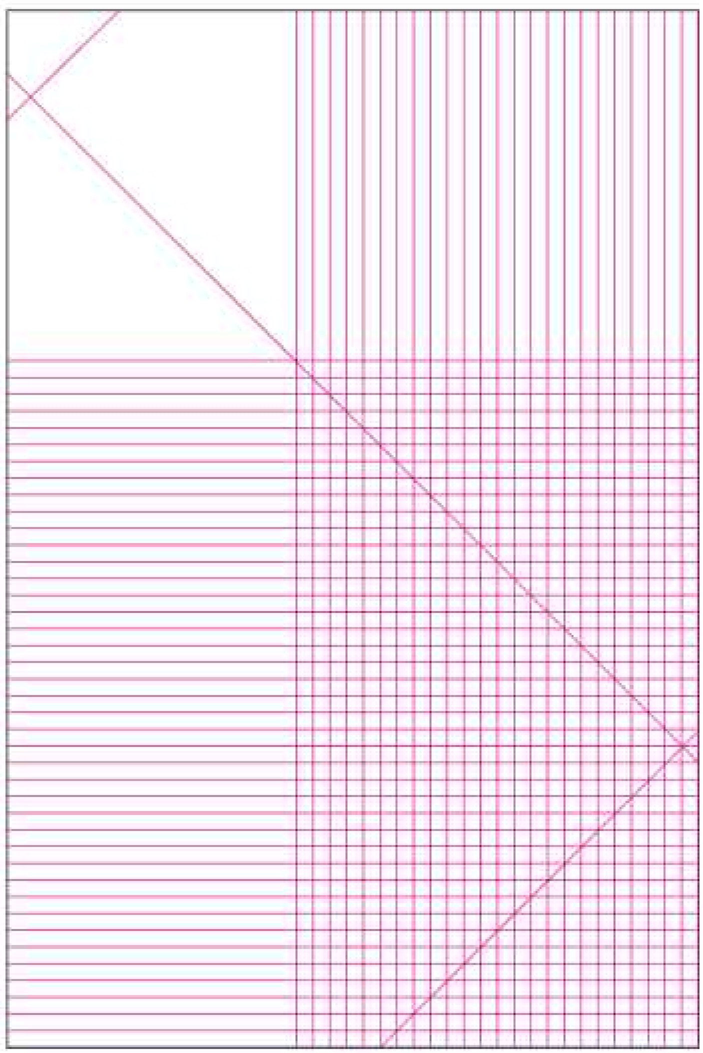
৬। মাপের একক লেখার নিয়ম চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

৭। একটি সরলরেখা টেনে এর উপর মাপাঙ্কের জন্য গ্রহণযোগ্য আনুপাতিক হারে তীর-চিহ্ন দেওয়ার পদ্ধতি অনুশীলন করো।

৫. গ্রাফ অংকন
Graph Drawing

৫.১ ভার্টিক্যাল গ্রাফ

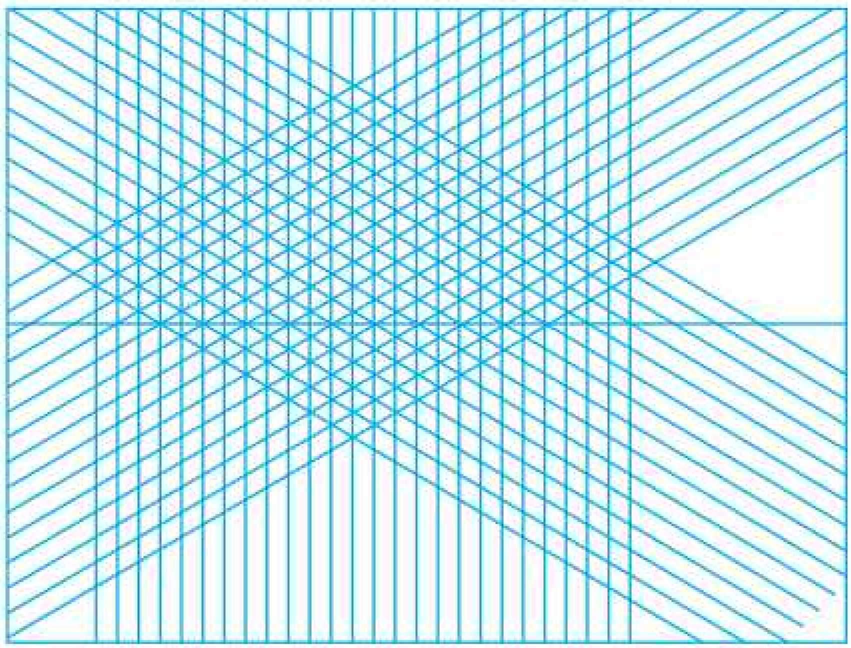
এ গ্রাফ অংকনের ক্ষেত্রে প্রথমে একটি অনুভূমিক ও উল্লম্ব রেখা টানতে হবে। উক্ত দুইটি রেখা যে বিন্দুতে ছেদ করবে সেখান থেকে 45° কোণে দুইপাশে দুইটি রেখা টানতে হবে। এ দুইটি কৌণিক রেখাকে সমঅংশে প্রয়োজনীয় সংখ্যায় বিভক্ত করতে হবে। এখন উক্ত বিভাগ বিন্দু থেকে পর্যায়ক্রমে অনুভূমিক ও উল্লম্ব সমান্তরাল রেখা টানলে অংকিত গ্রাফটি ভার্টিক্যাল গ্রাফ হবে (চিত্র ৫.১)।



চিত্র ৫.১ ভার্টিক্যাল গ্রাফ

৫.২ ইনক্লাইন্ড গ্রাফ

এ গ্রাফও ভার্টিক্যাল গ্রাফ অংকনের নিয়ম অনুযায়ী অংকন করতে হবে। তবে এক্ষেত্রে প্রথম ভার্টিক্যাল রেখাটি অনুভূমিক রেখার সাথে **30°** কোণে অবস্থান করবে (চিত্র ৫.২)।



চিত্র ৫.২ ইনক্লাইন্ড বা তির্যক গ্রাফ

অনুশীলনী - ৩ : গ্রাফ অংকন

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। গ্রাফ কী? কয় প্রকারে গ্রাফ অংকন করা যায় ও কী কী ?

২। কোন কোন ধরনের লেটারিং কী কী গ্রাফে অংকন করা হয় ?

৩। একটি ভার্টিক্যাল গ্রাফ অংকন করো।

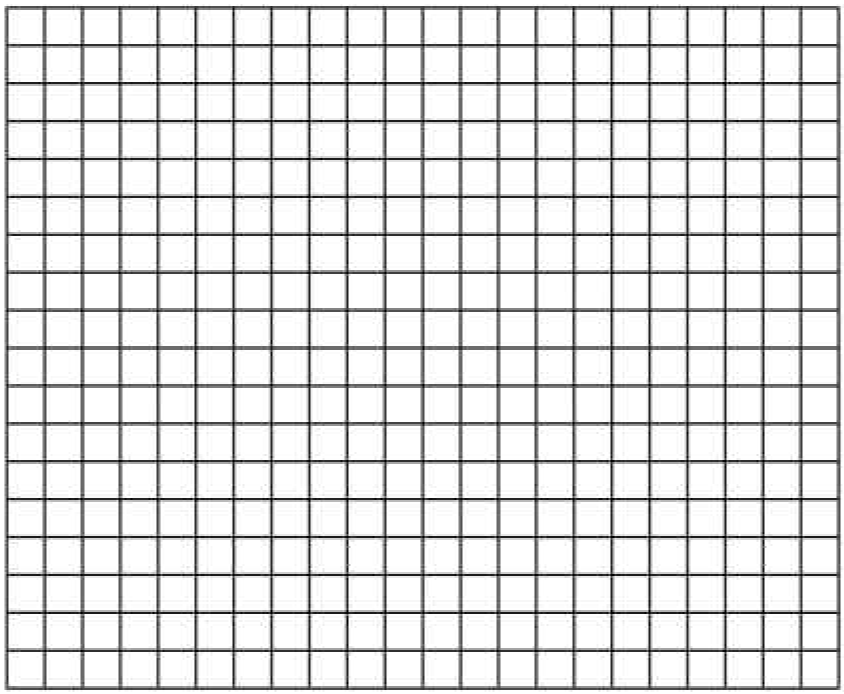
৪। গ্রাফের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। বোর্ডে একটি A4 আকারের অফসেট কাগজ সেট করো।

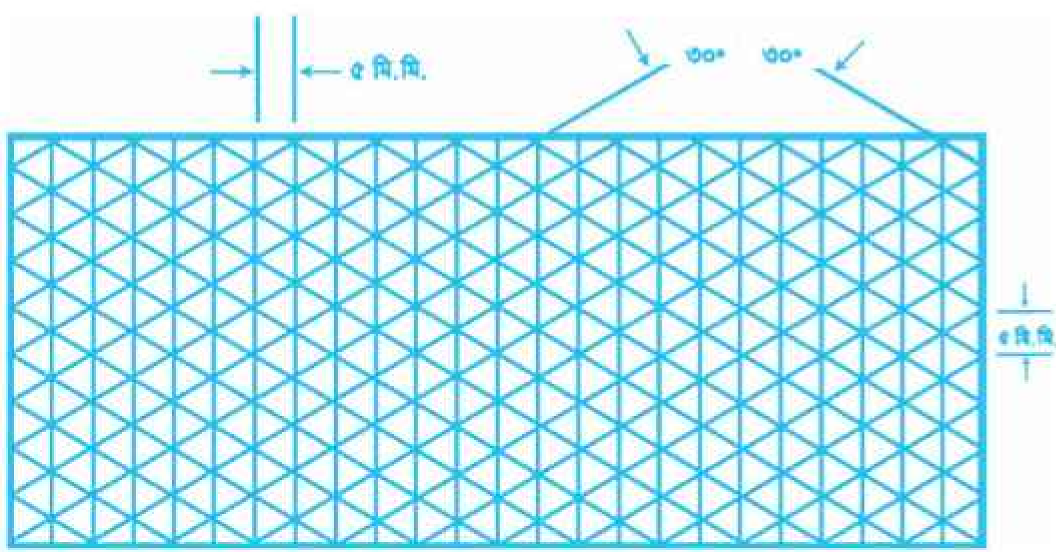
ক) 150 mm ×120 mm পরিমাপের একটি ক্ষেত্র অংকন করো।

খ) উক্ত ক্ষেত্রে এমন একটি ভার্টিক্যাল গ্রাফ তৈরি কর যার ঘরগুলোর দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থ হবে যথাক্রমে 5 mm × 5 mm (নমুনা সংযোজিত) (চিত্র ৫.৩)।



চিত্র ৫.৩ ভার্টিক্যাল গ্রাফ প্রত্যেকটি ছোট ঘর **5 mm × 5 mm**

গ) একটি ড্রইং কাগজে **150 mm × 65 mm** ক্ষেত্র এঁকে এতে নমুনা অনুযায়ী ইনক্লাইন্ড গ্রাফ অংকন কর।



চিত্র ৫.৪ আইসোমেট্রিক / ইনক্লাইন্ড গ্রাফ

৬. লেটারিং ও নাম্বারিং
Lettering & Numbering

৬.০ লেটারিং বা অক্ষর লিখন (Lettering)

A, B, C, ………… Z এই অক্ষরগুলো এবং 1, 2, 3, ……9, 0 ইত্যাদি অংকগুলো লেখার কৌশলকেই লেটারিং বা অক্ষর লিখন নামে অভিহিত করা হয়।

৬.০.১ লেটারিং এর প্রয়োজনীয়তা

লেটারিং ড্রইং এর একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এটা অক্ষরসমূহ মাপাঙ্ক ও নোটসমূহ লেখার কাজে ব্যবহার করা এবং মেশিন, স্ট্রাক্চারের পরিকল্পিত কার্যাদি পরিপূর্ণভাবে সম্পাদন করে অন্যান্য প্রয়োজনীয় তথ্যাদি লিপিবদ্ধ করে।

৬.০.২ ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ লেটারিং এর ব্যবহার

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ দৃশ্য নির্ভুল এবং রেখা ভালো হলেও লিখিত অক্ষর ও অঙ্কগুলো যদি সুন্দর ও নিয়মানুসারে না হয়, তা হলে ঐ ড্রইং এর উৎকৃষ্টতা অনেক কমে যায়। এ কারণে দৃশ্য অংকনের ন্যায় অক্ষর ও অংক লিখনের প্রতিও যথেষ্ট গুরুত্ব দেওয়া প্রয়োজন। প্রত্যেকটি অক্ষর ও অংক যথাসম্ভব ছাপার অক্ষরের ন্যায় সুস্পষ্ট ও একই রকম হওয়া উচিত। এদের গঠন সহজ ও দ্রুত লিখনযোগ্য হওয়া সঙ্গত। এ প্রকার অক্ষর ও অংক লিখন কারো সাধারণ হাতের লেখার উপর নির্ভর করে না। যন্ত্রাদির সাহায্যে, নিয়ামক রেখা (Guide Line) টেনে এবং বিভিন্ন ধাপে এটা সম্পাদন করা হয়ে থাকে বলে, সাধারণ হাতের লেখা ভালো না হলেও ড্রইং এর অক্ষর এবং অংক স্বভাবতই সুদৃশ্য হয়।

ড্রইং এর অক্ষর এবং অংকন কি প্রকার গঠন ও মাপের হবে এর সম্বন্ধে নির্দিষ্ট কোনো নিয়ম নেই। বিভিন্ন ক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রকার গঠন ও মাপের অক্ষরাদির প্রচলন দেখা যায়।

একই ড্রইং এ লম্ব এবং নত উভয় প্রকার অক্ষর বা অংক লেখা নিষেধ। হয় লম্ব না হয় নত, যে কোনো এক প্রকার লিখতে হয়। উপরন্তু শিরোনাম (Title Block) বা নেমপ্লেট (Name Plate) ইত্যাদি ছাড়া অন্য সকল স্থানে এদেরকে সর্বদা একই শ্রেণির এবং একই রকম উচ্চতা ও প্রস্থবিশিষ্ট করা প্রয়োজন।

৬.০.৩ ড্রইং এ অক্ষর এবং সংখ্যা লেখার সাইজ ও পদ্ধতি

অক্ষর ও সংখ্যার সাইজ অক্ষর ও সংখ্যার সাইজ বলতে অক্ষর ও সংখ্যার উচ্চতাকেই বোঝায়। অক্ষর ও সংখ্যা লেখার পদ্ধতির কোনো বাধা ধরা নিয়ম নেই। বিভিন্ন ক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রকার পদ্ধতি বা গঠন ও মাপের অক্ষরাদির প্রচলন রয়েছে। মেকানিক্যাল ড্রইং-এ অক্ষর ও সংখ্যাগুলোকে অলঙ্কার শূন্য এবং সাদাসিধা রকমের করে লেখায় নিয়ম। কিন্তু স্থপতি বিদ্যা বা পুরকৌশল সংক্রান্ত ড্রইং এ প্রায়ই এর ব্যতিক্রম করা হয়ে থাকে।

৬.০.৪ লেটারিং এর জন্য গাইড লাইনের ব্যবহার

গাইড লাইন: যে রেখাগুলো অক্ষরের উচ্চতা ও নতি নিয়ন্ত্রিত করার কাজে ব্যবহার করা হয়, তাকে গাইড লাইন বলে। সর্বত্র সমানভাবে অক্ষরগুলো নিয়ন্ত্রণ করতে গাইড লাইন ব্যবহৃত হয়।

৬.০.৫ ড্রইং এ ব্যবহৃত বিভিন্ন লেটারিং পদ্ধতির নাম

অক্ষর ও সংখ্যাগুলোকে মূলত দুই প্রকারে লেখা হয়। যথা

১। লম্ব বা খাড়া (Vertical or Up-Right)

২। নত বা হেলানো (Inclined or Slant)

৬.০.৬ লেটারিং বা অক্ষরের শ্রেণি বিভাগ

লেটারিং বা অক্ষর মূলত তিন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। যথা

১। গোথিক অক্ষর (Gothic Lettering)

২। রোমান অক্ষর (Roman Lettering)

৩। মুক্ত হস্ত অক্ষর (Free Hand Lettering)

এসব অক্ষরকে আবার দুই ভাগে বিভক্ত করা যায়। যথা

১) বড় হাতের অক্ষর (Capital Letter)

২) ছোট হাতের অক্ষর (Italic Letter)

৬.০.৬ বড় হাতের অক্ষর লেখার পদ্ধতি

বড় হাতের অক্ষর খাড়া ও হেলানো উভয় পদ্ধতিতে লেখা যায়।

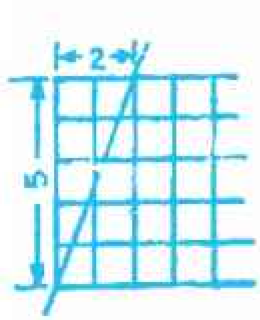
খাড়াভাবে অক্ষর লেখার পদ্ধতি আবার দুই প্রকার। যথা :

১) এক-রেখা বিশিষ্ট গোথিক লেটার (Single-Stroke Gothic Letter)

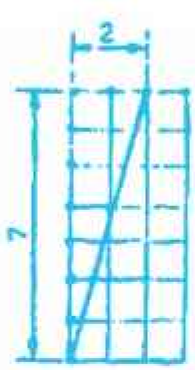
২) দ্বৈত-রেখা বিশিষ্ট গোথিক লেটার (Double-Stroke Gothic Letter)

৬.১.০ সিঙ্গেল স্ট্রোক পদ্ধতিতে বড় হাতের অক্ষর লিখন পদ্ধতি

সিঙ্গেল স্ট্রোক পদ্ধতিতে লিখনের অর্থ এক টানের রেখার সাহায্যে অক্ষর ও সংখ্যা লিখন। অর্থাৎ একবার যে রেখা টানা হয়েছে এর উপর দ্বিতীয় বার আর কোনো রেখা টানা যাবে না। সুতরাং এ ধরনের অক্ষর ও সংখ্যা লেখার সময় পেনসিল ও কলমকে মাঝে মধ্যে উঠিয়ে নেওয়ার প্রয়োজন হয়। এই নিয়মে লেখাকে এক-রেখা বিশিষ্ট লিখন বা Single-Stroke Lettering বলে।



চিত্র ৬.১.০



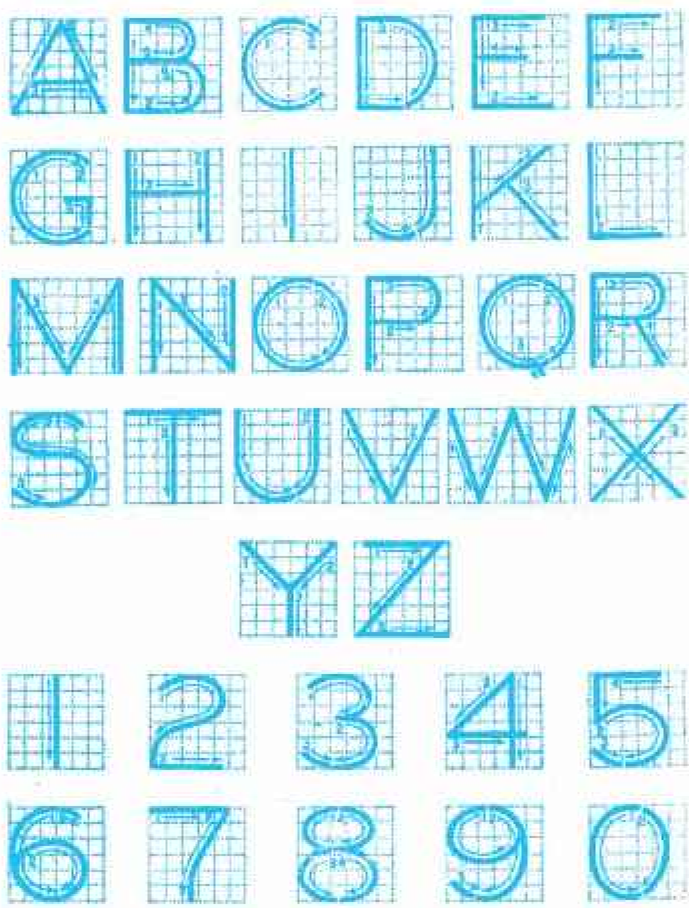
চিত্র ৬.১.০.১

২০২৫

৬.১.১ সিঙ্গেল স্ট্রোক পদ্ধতিতে বড় হাতের অক্ষর লিখন পদ্ধতি

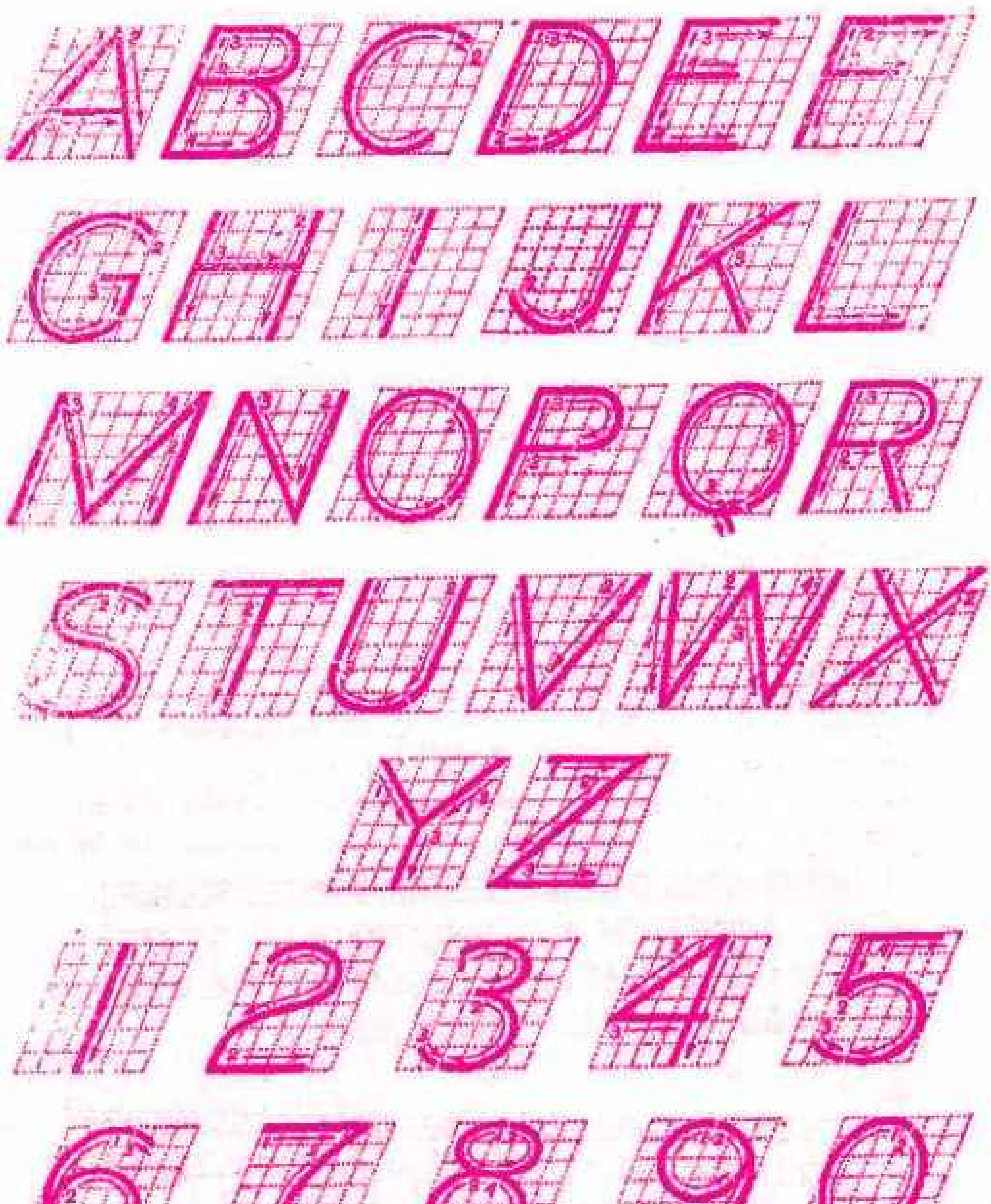
সহজে এবং তাড়াতাড়ি লেখা যায় বলে ড্রইং এর অধিকাংশ স্থানে এ পদ্ধতিতে অক্ষর সমূহ লেখা হয়। শিরোনাম (Title), নেম প্লেট (Name Plate), মন্তব্য ইত্যাদির জন্য এটি বিশেষ উপযোগী। এ পদ্ধতিতে খাড়া এবং হেলানো উভয়ভাবে অক্ষর ও সংখ্যা লেখা যায়। হেলানো অক্ষরের ক্ষেত্রে নতির কোণ (Inclination Angle) 67.5° রাখার নিয়ম দীর্ঘ কাল যাবত প্রচলিত। কিন্তু এই কোণ সাধারণ সেট-স্কয়ারে পাওয়া সম্ভব হয় না বলে অনেক স্থানে স্থলভাবে 60° কোণ বিশিষ্ট সেট-স্কয়ারের সাহায্যে অথবা চিত্র ৬.১.০ এর ন্যায় 2:5 (2 অনুভূমিক, 5 লম্ব) অনুপাতে রেখা টেনে অক্ষর লেখা হয়ে থাকে। বর্তমানে নতির কোণ 67.5° এর পরিবর্তে 75° প্রচলিত। এই কোণ চিত্র ৬.১.০.১এর ন্যায় 2:7 (2 অনুভূমিক,7 লম্ব) অনুপাতে রেখা টানলে পাওয়া যেতে পারে।

৬.১.২ নিম্নে সিঙ্গেল-স্ট্রোক পদ্ধতিতে খাড়াভাবে অক্ষর ও অঙ্ক লিখন পদ্ধতি



চিত্র ৬.১.২ সিঙ্গেল-স্ট্রোক পদ্ধতিতে খাড়া অক্ষর লিখন

৬.১.৩ নিম্নে সিঙ্গেল-স্ট্রোক পদ্ধতিতে হেলানোভাবে অক্ষর ও অঙ্ক লেখার পদ্ধতি প্রদত্ত হলো



চিত্র ৬.১.৩ সিঙ্গেল-স্ট্রোক পদ্ধতিতে হেলানো অক্ষর লেখার পদ্ধতি

৬.১.৪ ফ্রি-হ্যান্ডে সিঙ্গেল-স্ট্রোক পদ্ধতিতে খাড়া ও হেলানো অক্ষর এবং সংখ্যা লেখার পদ্ধতি প্রদত্ত হলো

ড্রইং-এর অক্ষর এবং সংখ্যা কোন-ক্ষেত্রে কত উঁচু বা কি প্রকার হবে সে সম্মন্ধে নির্দিষ্ট কোন নিয়ম নেই। তবে সাধারণত অক্ষর এবং সংখ্যাগুলো যতটুকু উঁচু করে লেখা হয়, তা হলো

১) প্রধান শিরোনাম বা টাইটেল এ ড্রইং নম্বর (Main Title and Drawing No.) - 6 মি.মি. হতে 12 মি.মি উঁচু।

২) উপ-শিরোনাম বা টাইটেলের অংশ (Sub-Title and Sub-Heading) - 3 মি.মি. হতে 6 মি.মি. উঁচু।

৩) প্রয়োজনীয় তথ্যসমূহ, সিডিউল, ধাতু ও মাপঙ্ক সমূহ- 2 মি.মি. হতে 5 মি.মি. উঁচু।

সিঙ্গেল-স্ট্রোক শ্রেণির অক্ষর এবং সংখ্যা সাধারণত যে প্রকার উঁচু করে লেখা হয়, এর একটি নমুনা

চিত্র ৬.১.৪ (১) ও ৬.১.৪ (২) এ দেয়া হলো :

ENGINEERING DRAWING

ADVANCE SKILL CERTIFICATE COURSE

BANGLADESH TECHNICAL EDUCATION BOARD

SECTIONAL FRONT VIEW SCALE FULL SIZE

Shaikh MD RAFIUL HASAN ZAHIN 25m LONG

AR-RAFI PROKATIONY 30 m Long

BANGLADESH-KOREA TECHNICAL TRAINING CENTER

চিত্র ৬.১.৪ (১) খাড়া অক্ষর

ENGINEERING DRAWING

ADVANCE SKILL CERTIFICATE COURSE

BANGLADESH TECHNICAL EDUCATION BOARD

SECTIONAL FRONT VIEW SCALE FULL SIZE

ANIKA BUSHRA LEUZA 25m LONG

BUSHRA PABLICATIONS 30m Long

BANGLADESH-KOREA TECHNICAL TRAINING CENTER

চিত্র ৬.১.৪ (২) হেলানো অক্ষর

৬.১.৫ ব্লক লেটারিং পদ্ধতিতে বড় হাতের অক্ষর লেখার পদ্ধতি

এ পদ্ধতিতে কেবল খাড়াভাবে অক্ষর ও সংখ্যা লেখা যায়। হেলানো অক্ষর এ পদ্ধতিতে লেখা যায় না। ব্লক অক্ষর ড্রইং এর হেডিং লেখার জন্য প্রধানত ব্যবহৃত হয়। শিক্ষণের প্রথম দিকে এ মাপের অনেকগুলো বর্গক্ষেত্র অংকন করে এর মধ্যে এ ধরনের অক্ষর লেখার অভ্যাস করা উচিত। অভ্যস্ত হওয়ার পরে বর্গক্ষেত্র না একেও অনুভূমিক রেখাগুলোকে কেবল 45° কোণে ছেদ করিয়ে (চিত্র ৬.২ ও ৬.২.১) ব্লক অক্ষর লেখা যেতে পারে। অক্ষরের মধ্যকার ফাঁক এক গুণ হলে শব্দের মধ্যকার ফাঁক ৪ গুণ হওয়া উচিত।

ব্লক অক্ষরগুলোর উচ্চতা এবং প্রস্থ যে কোন অনুপাতে হতে পারে। তবে দেখতে সুদৃশ্য হয় বলে নিচের দুইটি বেশি প্রচলিত ঃ

১) 5 ঃ 4 (5 গুণ উঁচু এবং 4 গুণ প্রস্থ)।
২) 7 ঃ 4 (7 গুণ উঁচু এবং 4 গুণ প্রস্থ)।

চিত্র ৬.২ নম্বরে 5 ঃ 4 এবং চিত্র ৬.২.১ নম্বরে 7 ঃ 4 অনুপাত বিশিষ্ট অক্ষর সংখ্যা লেখার উদাহরণ দেখানো হলো।

5 ঃ 4 অনুপাতের বিশিষ্ট অক্ষরের ক্ষেত্রে

অক্ষরের কোণাগুলো গোল (চিত্র ৬.২) এবং 45° কোণে হেলানো রেখা বিশিষ্ট (চিত্র ৬.২.১) এবং উভয় প্রকারই প্রচলিত আছে। প্রথমটির বেলায়, কোণকে অধিকাংশ স্থানে যন্ত্রাদির সাহায্য না নিয়ে খালি হাতেই গোল করা হয়ে থাকে। কিন্তু দ্বিতীয়টির বেলায় 45° সেট-স্কয়ারের সাহায্যে সরলরেখা টানতে হয়। এক্ষেত্রে -

B - এর উপরের অংশের প্রশস্ততা প্রায় 3.5 টি বর্গক্ষেত্রের সমান এবং নিচের অংশ অপেক্ষা কম প্রশস্ত।

E - এর উপরের বাহুর দৈর্ঘ্য 3.5 মধ্য বাহুর 2.5 এবং নিচের বাহুর দৈর্ঘ্য 4 টি বর্গক্ষেত্রের সমান।

F - এর উপরের এবং মধ্য বাহুর দৈর্ঘ্য E - এর অনুরূপ।

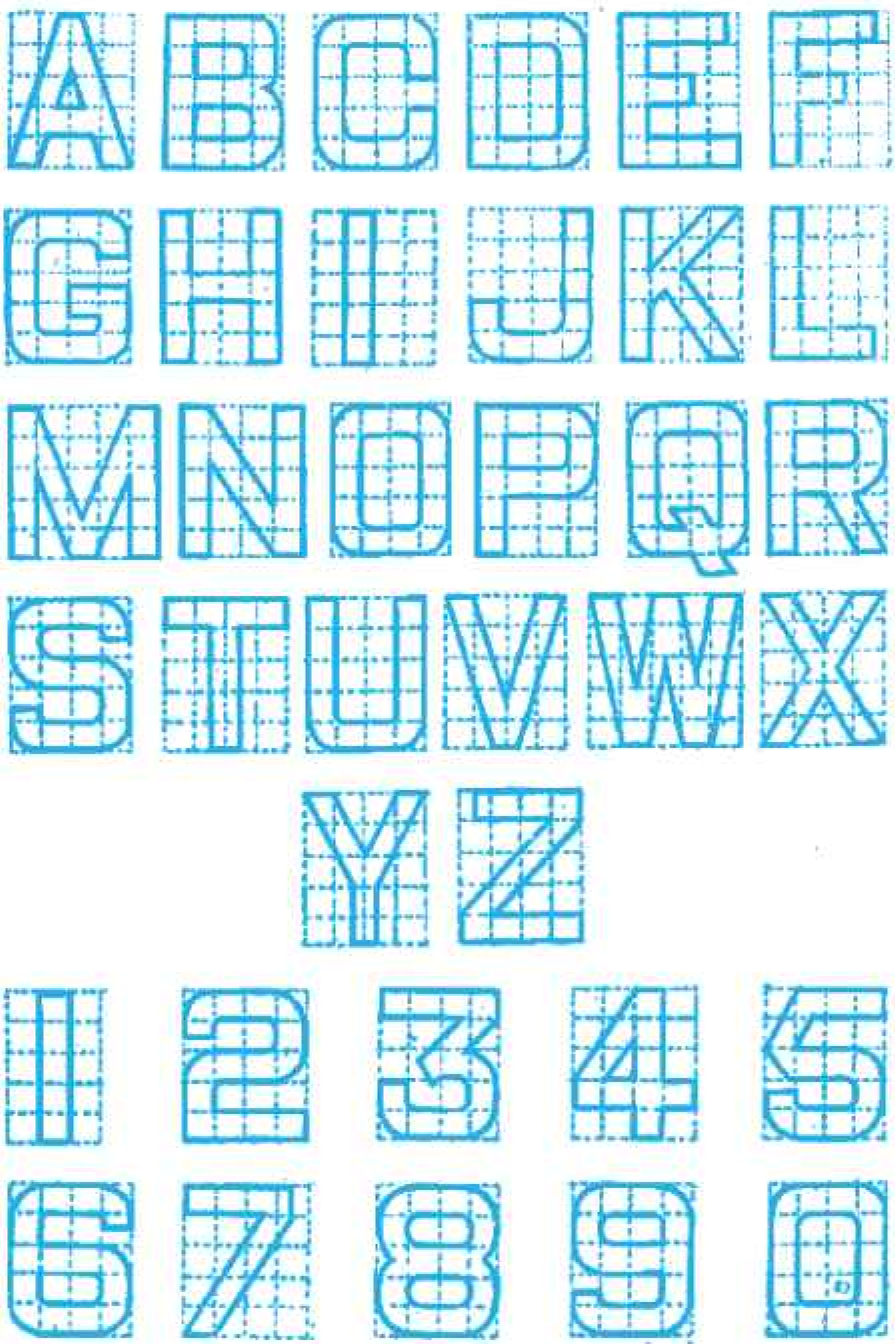
L - এর নিচের বাহুর প্রশস্ততা 3.5 টি বর্গক্ষেত্রের সমান।

M - এবং W-এর প্রশস্ততা 5টি বর্গক্ষেত্রের সমান।

Z - এর উপরের বাহুটির দৈর্ঘ্য 3.5 টি বর্গক্ষেত্রের সমান।

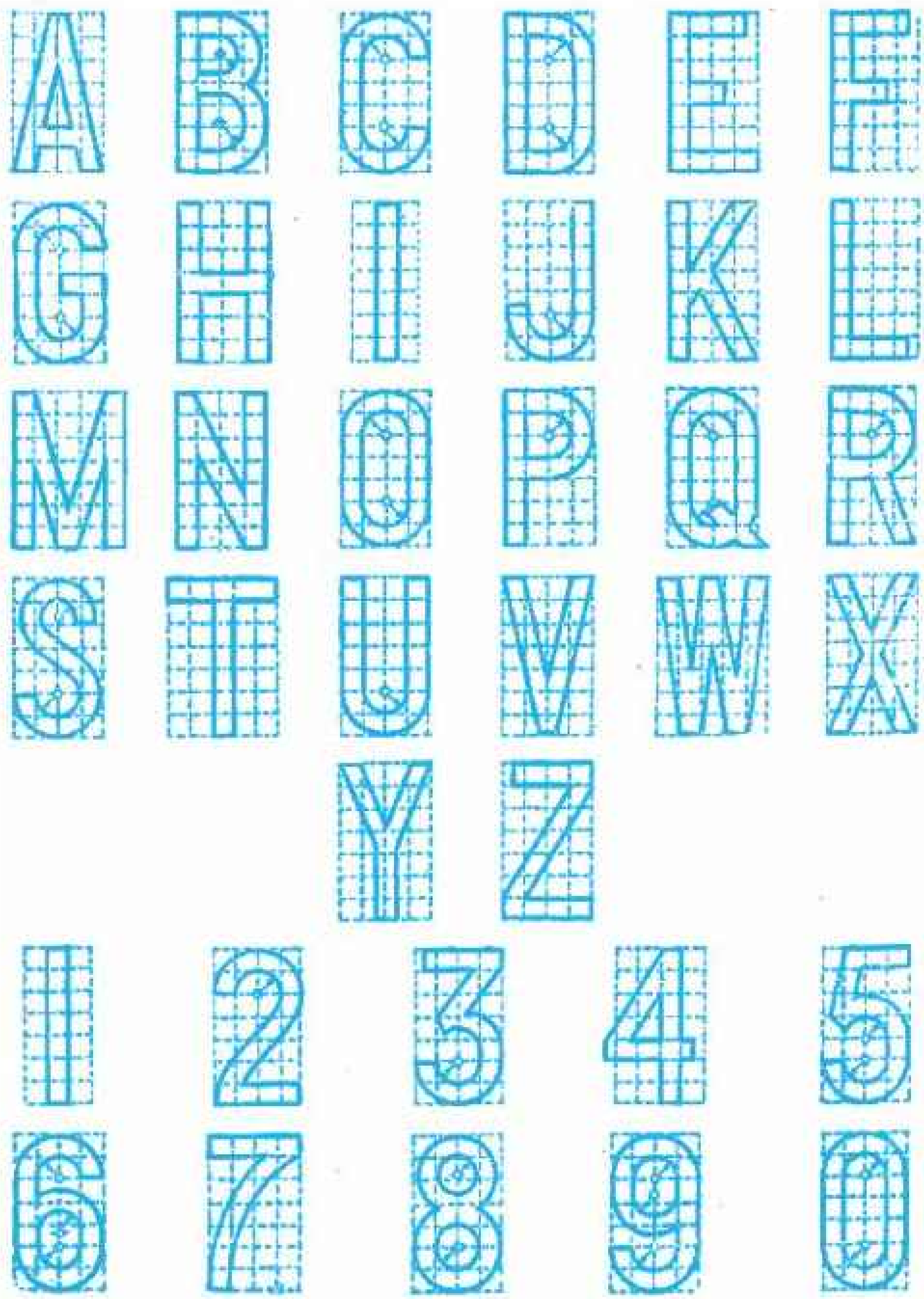
7 - এর প্রশস্ততা 3.5 টি বর্গক্ষেত্রের সমান।

৬.২ নিম্নে ডবল-স্ট্রোক পদ্ধতিতে খাড়া ভাবে 5 ঃ 4 অনুপাতে লেটারিং বা অক্ষর ও অঙ্ক লেখার পদ্ধতি



চিত্র ৬.২- 5 ঃ 4 অনুপাতে ডবল স্ট্রোক লেটারিং

৬.২.১ নিম্নে ডবল-স্ট্রোক পদ্ধতিতে খাড়াভাবে 7 ঃ 4 অনুপাতে অক্ষর ও অঙ্ক লেখার পদ্ধতি

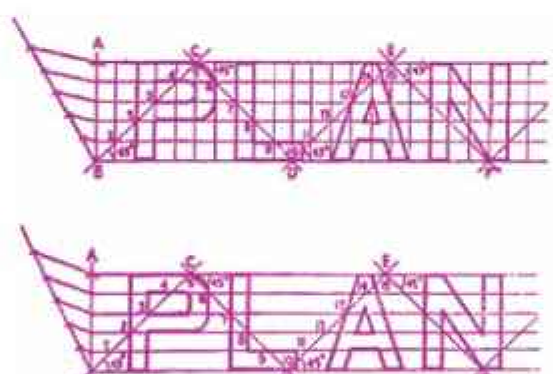


চিত্র ৬.২.১-7 ঃ 4 অনুপাতে ডবল স্ট্রোক লেটারিং

৬.২.২ ডবল-স্ট্রোকে অক্ষর লেখার পদ্ধতি

ব্লক অক্ষর লেখার প্রাথমিক সম্পাদনক্রম 5 ঃ 4 এবং 7 ঃ 4 উভয় অনুপাতের ক্ষেত্রে একই রকম হয়। উদাহরণ স্বরূপ, নিচে কেবল 5 ঃ 4 অক্ষর লেখা সম্পর্কে আলোচনা করা হলো (চিত্র ৬.২.২ ও ৬.২.৩)।

প্রথমে একটি লম্ব রেখা টেনে এর উপর অক্ষরের উচ্চতা সমান দৈর্ঘ্য কেটে নিতে হবে। পরে এ রেখাটিকে সমান পাঁচটি অংশে বিভক্ত করে টি-স্কয়ারের সাহায্যে বিভাগ-বিন্দুগুলোর মধ্য দিয়ে অনুভূমিক সরলরেখা টানতে হবে। এখন টি-স্কয়ারটিকে স্থির রেখে 45° সেট-স্কয়ারের অতিভুজ ধারটিকে এর সাথে মিলিয়ে B-এর মধ্য দিয়ে সেট-স্কয়ারের বাম দিকের ধার অবলম্বনে 45° কোণে আর একটি সরলরেখা টানলে এটি A থেকে টানা অনুভূমিক রেখাটিকে C বিন্দুতে ছেদ করলো। এখন সেট-স্কয়ারটিকে সরিয়ে এর ডানদিকের ধার অবলম্বনে C বিন্দুর মধ্য দিয়ে A হতে টানা অনুভূমিক রেখাটির সহিত 45° কোণে আর একটি সরলরেখা টানলে এটা B হতে টানা অনুভূমিক রেখাটিকে D বিন্দুতে ছেদ করবে। এবার D বিন্দুতে পূর্বের ন্যায় 45° কোণে সরলরেখা টানতে হবে। এটা A হতে টানা অনুভূমিক রেখাটিকে E বিন্দুতে ছেদ করবে। এভাবে ক্রমান্বয়ে E, F ইত্যাদি বিন্দুতে 45° কোণে সরলরেখা টানতে হবে। এখন BC, CD, DE ইত্যাদি রেখাগুলো যে যে বিন্দুতে অনুভূমিক রেখাগুলোকে ছেদ করলো এদের মধ্য দিয়ে সেট-স্কয়ারের সাহায্যে লম্ব রেখা টানলে এতে অনেকগুলো বর্গক্ষেত্র উৎপন্ন হবে। এই বর্গক্ষেত্রগুলোর বাহুর দৈর্ঘ্যকে প্রত্যেকটি অক্ষরের বেধ (Thickness) ধরে নিয়ে টি-স্কয়ার এবং সেট-স্কয়ারের সাহায্যে অক্ষরগুলো গঠন করতে হবে। পূর্বেই বলা হয়েছে যে, অংকন না করেও এ অক্ষর গঠন করা যেতে পারে। এই পদ্ধতিতে অক্ষর লেখার জন্য পূর্বোক্ত BC, CD, DE ইত্যাদি রেখাগুলো যে যে বিন্দুতে অনুভূমিক রেখাগুলোকে ছেদ করল, এদেরকে 1,2,3,4 ইত্যাদি অঙ্ক দ্বারা চিহ্নিত করে এবং পরে এই অঙ্ক অনুসরণ করে অক্ষরের নির্দিষ্ট বেধ এবং প্রস্থ স্থির করে নিয়ে রেখা টানতে এবং অক্ষর গঠন করতে হবে। উদাহরণ স্বরূপ, নিচের চিত্র ৬.২.২ এ বর্গক্ষেত্র অংকন করে এবং এর পরে নিচের চিত্র ৬.২.৩ তে বর্গক্ষেত্র অংকন না করে PLAN শব্দটি লেখার পদ্ধতি দেখান হয়েছে। একাধিক অক্ষরের সমষ্টিতে কোনো শব্দ লিখতে হলে, দুইটি অক্ষরের মধ্যে একাধিক বর্গক্ষেত্র ব্যবধান রাখা সাধারণ নিয়ম। কিন্তু এমন অনেক অক্ষর আছে যেগুলোকে এই নিয়মে পাশাপাশি লিখলে (যেমন - AT, TA, AV, VA, AW, WA, AY, YA, TV,VT, TO, OT, VO, OV, WO, OW, OY, YO, LY, YL, PA ইত্যাদি) শব্দটি দেখতে খুব অশোভন হয়। এ কারণে এদের মধ্যে কোন ব্যবধান না রেখেই শব্দটি লেখা হয়ে থাকে। এর উদাহরণ নিচের চিত্র ৬.২.৩ তে দেওয়া হলো।



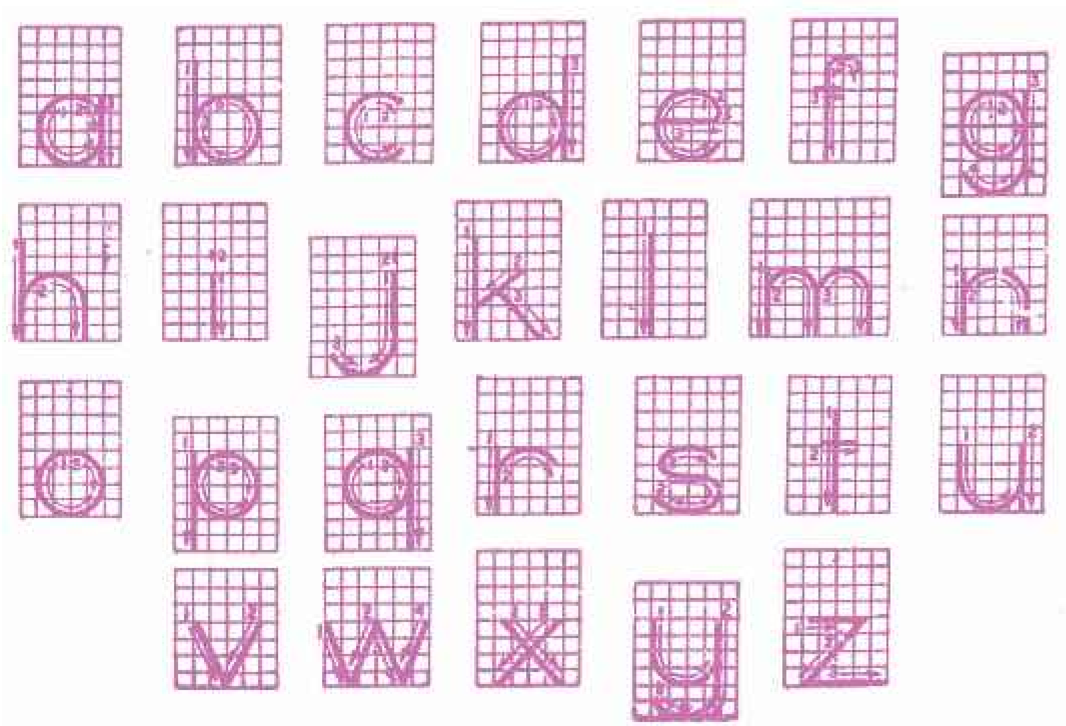
চিত্র ৬.২.২



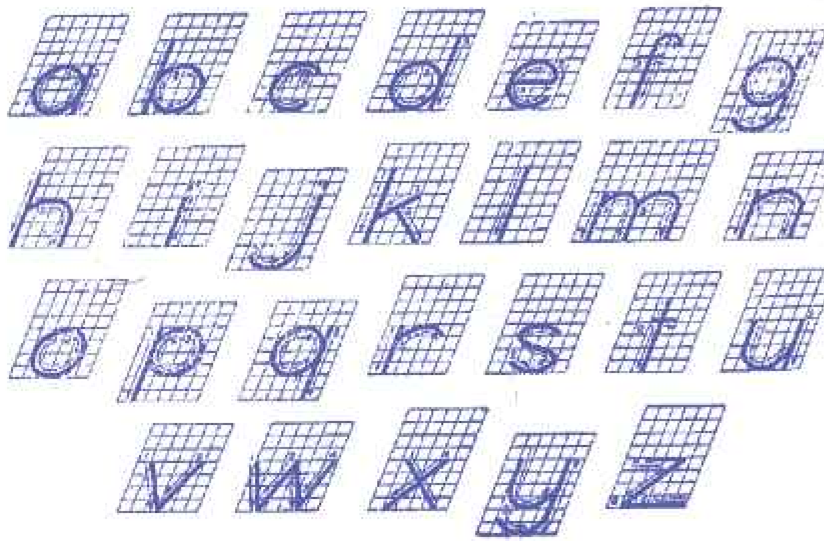
চিত্র ৬.২.৩

৬.৩ ছোট হাতের অক্ষর লেখার পদ্ধতি

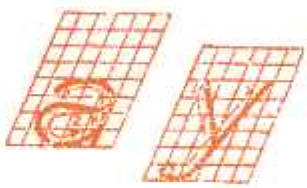
ছোট হাতের অক্ষরের ন্যায় এটিও লম্ব ও হেলানো দুই ভাবে লেখা যায়। দ্রুত লেখা যায় বলে হেলানো অক্ষরের প্রচলনই বেশি। এ ধরনের অক্ষরের আকার ক্ষুদ্র হয় বলে, এর রেখাগুলোকে যন্ত্রাদির সাহায্যে না একে সবসময় মুক্ত হস্তেই অংকন করা হয়ে থাকে (চিত্র ৬.৩)।



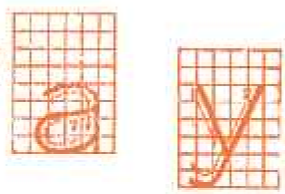
চিত্র ৬.৩ খাড়াভাবে ছোট হাতর অক্ষর লিখন পদ্ধতি



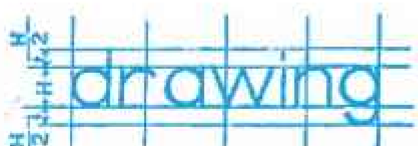
চিত্র ৬.৩.১ হেলানোভাবে ছোট হাতের অক্ষর লিখন পদ্ধতি



চিত্র ৬.৩.২



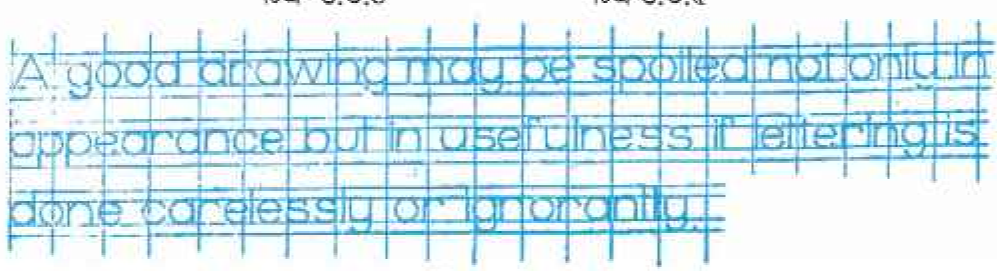
চিত্র ৬.৩.৩



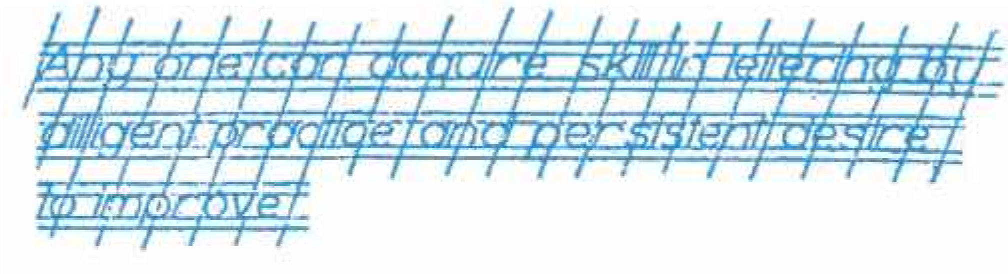
চিত্র ৬.৩.৪



চিত্র ৬.৩.৫



চিত্র ৬.৩.৬



চিত্র ৬.৩.৭

চিত্র ৬.৩ এবং ৬.৩.১ তে লম্ব ও নত শ্রেণির ছোট হাতের অক্ষরের উদাহরণ দেওয়া হলো। এতে অক্ষরের গঠন কতগুলো বর্গক্ষেত্রের মধ্যে এবং টানের ক্রম ও দিক ক্ষুদ্র অক্ষর দিয়ে দেখানো হয়েছে। অক্ষরগুলো সম্পর্কে স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, b, d, f, h, l এবং t উপরের দিকে এবং g, j, p, q, y নিচের দিকে বর্ধিত। v, w, x অক্ষর কেন্দ্র-রেখার মাধ্যমে উভয় দিকে সমতা রক্ষা করে। a, b, d, g, o, p এবং q-এর বৃত্ত একই প্রকার। চিত্র ৬.৩.২ এবং ৬.৩.৩ তে a এবং y-এর গঠন যে প্রকার দেখানো আছে, এ ছাড়া আর এক প্রকার গঠন ও প্রচলিত আছে। এর উদাহরণ চিত্র ৬.৩.৪ এবং ৬.৩.৫ এ দেওয়া হয়েছে।

গঠন ও অংকন ক্রম বোঝানোর জন্য চিত্র ৬.৩.৬ ও ৬.৩.৭ তে অক্ষরগুলোকে বর্গক্ষেত্রের মধ্যে দেখানো হয়েছে। কিন্তু ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এ প্রকার বর্গক্ষেত্র অংকন করে কখনো লেখা হয় না। প্রথমে অক্ষরের উচ্চতা (H) দূরত্বে দুইটি অনুভূমিক রেখা টেনে এর উপরের এবং নিচের দিকে ঐ উচ্চতার অর্ধেক (H/2) দূরত্বে (চিত্র ৬.৩.৪) এদের সমান্তরালরূপে আর ও দুইটি সরলরেখা টানা হয়। নত অক্ষরের বেলায় 60° কোণে এবং লম্ব অক্ষরের বেলায় লম্বভাবে কতকগুলো নিয়ামক রেখা (Guide Lines) যে কোন দূরত্বে টেনে এ রেখা চারটিকে ছেদ করানো হয়ে থাকে। এ রেখাগুলোর সাহায্যেই প্রত্যেকটি অক্ষরের উচ্চতা এবং নতি রক্ষিত হয়। চিত্র ৬.৩.৫ ও ৬.৩.৬ তে এবং চিত্র ৬.৩.৭ তে উদাহরণ দেওয়া হলো।

৬.৪ লেটারিং এ স্পেসিং (Lettering Spacing)

সর্বপ্রকার অক্ষর লিখনের ক্ষেত্রে প্রতি দুইটি অক্ষরের মধ্যে যে ফাঁকা জায়গা রাখা হয়, তাকে লেটারিং স্পেসিং বলে। ভালো স্পেসিংই সুন্দর অক্ষর লিখনের জন্য গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। অর্থাৎ ভালো ও সুন্দর অক্ষর লেখার জন্য সমভাবে স্পেসিং করা দরকার। স্পেসিংটি নিয়মিত পর্যবেক্ষণ দ্বারা নির্ধারণ করা উচিত, পরিমাপ দ্বারা নয় (চিত্র ৬.৪)।



চিত্র ৬.৪ লেটারিং স্পেসিং

৬.৫ লেটারিং কম্পোজিশন নীতি (Lettering Composition)

কম্পোজিশন অর্থ বাক্যের মধ্যে শব্দ এবং শব্দের মধ্যে অক্ষর সুবিন্যস্তভাবে সাজানো থাকে, চোখের দৃষ্টিতে অক্ষরগুলো এমনভাবে সুবিন্যস্ত রীতিতে সাজানো থাকে যে, একটি অক্ষরের মাঝে যে ফাঁকা জায়গা থাকে, ওটা সমভাবে অবস্থান করে। নিয়মিতভাবে পর্যবেক্ষণের দ্বারা সুবিন্যস্তভাবে সাজানো বিভিন্ন অক্ষরের মধ্যে কোনটি ভালো ও কোনটি দুর্বল কম্পোজিশন ওটা ভালো ভাবে বুঝতে পারা যায় (চিত্র ৬.৫)।



চিত্র ৬.৫ লেটারিং কম্পোজিশন

অনুশীলনী – ৬ : লেটারিং ও নাম্বারিং

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। লেটারিং কী ?

২। অক্ষর বা লেটারিং ও সংখ্যা লেখার নিয়ম কয়টি ও কী কী ?

৩। অক্ষর কত প্রকার ও কী কী ?

৪। বড় হাতের অক্ষর কী কী পদ্ধতিতে লেখা যায় ?

৫। প্রধান শিরোনাম ও উপ-শিরোনাম লিখতে অক্ষরের উচ্চতা কত হওয়া উচিত ?

৬। ব্লক অক্ষর বা ডবল স্ট্রোক পদ্ধতিতে লেখার প্রচলিত অনুপাত দুইটি কী কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। সিঙ্গেল স্ট্রোক পদ্ধতিতে বড় হাতের অক্ষর লিখন প্রণালি বর্ণনা করো।

২। ব্লক লেটারিং বা ডবল স্ট্রোক পদ্ধতিতে হাতের অক্ষর লেখন প্রণালি বর্ণনা করো।

৩। ছোট হাতের অক্ষর লিখন পদ্ধতি বর্ণনা করো।

৪। উদাহরণসহ ভগ্নাংশ লিখন পদ্ধতি আলোচনা করো।

৫। ড্রইং এর জন্য অক্ষর ও সংখ্যা সাইজ নির্ণয় করো।

৬। গাইড লাইন কী ? লেটারিং এর জন্য গাইড লাইনের ব্যবহার লেখ।

৭। লেটারিং স্পেসিং বলতে কী বোঝায় ?

৮। লেটারিং কম্পোজিশন নীতি বর্ণনা করো।

১০২৫

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। সিঙ্গেল স্ট্রোক পদ্ধতিতে খাড়া ও হেলানো অক্ষর A থেকে Z পর্যন্ত লেখ।

২। 5 ঃ 4 ও 7 ঃ 4 অনুপাতে ব্লক বা ডবল স্ট্রোক পদ্ধতিতে A থেকে Z পর্যন্ত অক্ষর ও 1 থেকে 0 পর্যন্ত সংখ্যাগুলো লেখ।

৩। সিঙ্গেল স্ট্রোক পদ্ধতিতে খাড়া ও হেলানো অবস্থায় ছোট হাতের অক্ষর ও সংখ্যাগুলো লেখ।

৪। 30 মি.মি. উঁচু ব্লক বা ডবল স্ট্রোক পদ্ধতির অক্ষর দ্বারা নিচের বাক্যগুলো লেখ (5 ঃ 4)।

ক) **ENGINEERING DRAWING**
খ) **DIPLOMA – IN MECHANICAL ENGINEERING**
গ) **DRAWING IS THE LANGUAGE OF ENGINEERS**
ঘ) **BANGLADESH-KOREA TECHNICAL TRAINING CENTER**
ঙ) **BANGLADESH TECHNICAL EDUCATION BOARD**

৫। 20 মি.মি. উঁচু ব্লক বা ডবল স্ট্রোক পদ্ধতির অক্ষর দ্বারা নিচের বাক্যগুলো লেখ (7 ঃ 4)।

ক) **DIRECTORET OF TECHNICAL EDUCATION**
খ) **ALLAH SAFE US**
গ) **JHENIDAH TECHNICAL SCHOOL AND COLLEGE**
ঘ) **PEOPLES REPUBLIC OF BANGLADESH**
ঙ) **NEVER TELL A LIE, ALWAYS SPEAK THE TRUTH**

৬। নিচের শব্দ ও বাক্যাংশগুলোকে 15 মি.মি. উঁচু খাড়া বড় হাতের অক্ষর দিয়ে সিঙ্গেল স্ট্রোক পদ্ধতিতে লেখ।

ক) **WELCOME**	ঙ) **WORKSHOP**	ঝ) **DEVELOPMENT**
খ) **EDUCATION**	চ) **INDUSTRY**	ঞ) **PROJECT**
গ) **VICTORY DAY**	ছ) **MACHINERY**	ট) **MECHANICAL**
ঘ) **TECHNICIAN**	জ) **GOVERNMENT**	ঠ) **MAN POWER**

৭। নিচের শব্দগুলোকে 20 মি.মি. উঁচু ব্লক হেলানো বড় হাতের অক্ষর দিয়ে সিঙ্গেল স্ট্রোক পদ্ধতিতে লেখ ।

ক) **VOCATIONAL**	ঘ) **EMERGENCY**	ছ) **SYMBOL**
খ) **EMPLOYMENT**	ঙ) **INVESTMENT**	জ) **TECHNOLOGY**
গ) **RAILWAY**	চ) **ACHIEVEMENT**	ঝ) **TRAINING**

৮। 5 মি.মি. উঁচু ছোট হাতের একটানে (Single Stroke) লেখা অক্ষর দ্বারা নিম্নলিখিত বাক্যগুলো লেখ।

ক) **Allah is one and Almighty**

খ) **Honesty is the best Policy.**

গ) **Today's Investment Human Resources Tomorrow's Prosperity.**

ঘ) **Perfect Training is the Key of Success.**

৯। নিম্নলিখিত সংখ্যা ও ভগ্নাংশগুলো 6 মি.মি. উচ্চতা বিশিষ্ট খাড়া ও হেলানো অঙ্ক দিয়ে লেখ।

ক) **38, 45, 18, 97, 82, 60, 28**

খ) **8.36, 4.72, 9.51**

গ) $\frac{81}{8}, \frac{45}{16}, \frac{95}{7}, \frac{21}{4}$.

৭. স্কেল অংকন
Scale Drawing

৭.০ স্কেল ও স্কেলের প্রয়োজনীয়তা

ইঞ্জিনিয়ারিং ক্ষেত্রে মেশিন বা এর অংশ, বিল্ডিং, রোড, সেতু, জমি বা মাঠ ইত্যাদি কাগজের তুলনায় অনেক বড় হয়ে থাকে বলে, এদেরকে পূর্ণমাপে অংকন করা সম্ভব হয় না। কিন্তু বস্তুর আকার ক্ষুদ্র হলে একে পূর্ণমাপে অংকন করা যায়। কোন কোন ক্ষেত্রে ক্ষুদ্র ও জটিল বস্তুর গঠনকে সুস্পষ্টরূপে বোঝানোর জন্য এদেরকে বড় করেও অংকন করার প্রয়োজন হয়।

সুতরাং বস্তুর প্রকৃত মাপের তুলনায় এদের দৃশ্যকে ক্ষুদ্রতর, বৃহত্তর বা পূর্ণ মাপে দেখানোর জন্য প্রয়োজন ও সুবিধা অনুসারে এদের মাপকে সর্বদা একটি নির্দিষ্ট হারে কমিয়ে (Reduced) এবং বৃহত্তর (Enlarge) করে অংকন করার আবশ্যক হয়ে থাকে। বস্তুর প্রকৃত মাপের তুলনায় ড্রইং এর এই ক্ষুদ্রতর, বৃহত্তর ও পূর্ণমাপে ড্রইং করার হারকে স্কেল (Scale) বলে।

প্রয়োগ ঃ ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এর ক্ষেত্রে স্কেল একটি অত্যাবশ্যক প্রয়োজনীয় উপাদান। এটাকে মাপ-হার বলা হয়। পুরকৌশল, ভূমি জরিপবিদ্যা, স্থপতিবিদ্যা ও মেকানিক্যাল ড্রইং এ বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

৭.০.১ প্রতিনিধিত্বকারী ভগ্নাংশ (Representative Fraction) বা স্কেল প্রকাশ করার পদ্ধতি

ড্রইং এ অঙ্কিত দৈর্ঘ্য এবং বস্তুর প্রকৃত দৈর্ঘ্যের অনুপাত বা ভাগ ফলকে প্রতিনিধিত্বকারী ভগ্নাংশ বা নির্দেশক ভগ্নাংশ বা রিপ্রেজেন্টেটিভ ফ্রাকশন (Representative Fraction সংক্ষেপে R.F) বলে। নিচের সূত্র ব্যবহার করে R.F বের করা যায় ঃ

$$\text{সুতরাং, R.F} = \frac{\text{ড্রইং এ অংকিত রেখার দৈর্ঘ্য}}{\text{বস্তুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য}} = \text{(একই এককে)}$$

উদাহরণ ১। একটির বস্তুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য 50 mm। ড্রইং এ একে 10 mm দীর্ঘ রেখা দ্বারা নির্দেশ করা হলে এর R.F কত হবে ?

$$\text{এখানে R.F} = \frac{10mm}{50mm} = \frac{1}{5} = 1 : 5 \text{ (উত্তর)}$$

উদাহরণ ২। কোন বস্তুর প্রকৃত দৈর্ঘ্য 100 মি.মি.। ড্রইং-এ 10 মি.মি. রেখা দিয়ে আঁকা হলে এর R.F কত হবে ?

$$\text{আমরা জানি, R.F} = \frac{\text{ড্রইং- এর মাপ}}{\text{বস্তুর মাপ}}$$

সুতরাং, $R.F = \frac{10mm}{100mm} = \frac{1}{10} = 1 : 10$ (উত্তর)

ড্রইং যে স্কেলে অংকন করা হয়, তা টাইটেল ব্লকে স্পষ্ট করে লিখে রাখা নিয়ম। যদি ড্রইং কোন নির্দিষ্ট স্কেলে অংকিত না হয়ে থাকে, তাহলে ভিতরে **"NOT TO BE SCALE"** এ কথাটি লেখা প্রয়োজন।

৭.০.২ স্কেলের শ্রেণি বিভাগ ও প্রয়োগ

স্কেল সাধরণত পাঁচ প্রকার। যথা

১) সরল স্কেল (Plain Scale) - **প্রয়োগ :** দ্বিমাত্রিক মাপের জন্য এ স্কেল ব্যবহৃত হয়।

২) কর্ণ বা ডায়াগোনাল স্কেল (Diagonal Scale) - **প্রয়োগ :** ভগ্নাংশসহ ত্রিমাত্রিক মাপের জন্য এ স্কেল ব্যবহৃত হয় ।

৩) ভার্ণিয়ার স্কেল(Vernier Scale) -**প্রয়োগ :** ডায়াগোনাল স্কেলের বিকল্প হিসেবে ক্ষুদ্র ভগ্নাংশের মাপের জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

৪) কম্পারেটিভ স্কেল (Comparative Scale) - **প্রয়োগ :** এটি তুলনামূলক স্কেল হিসেবে ব্যবহৃত হয় ।

৫) স্কেল অব কর্ডস (Scale of Chords) - **প্রয়োগ :** এটি কৌণিক মাপের জন্য ব্যবহার করা হয়। এদের মধ্যে প্রথম দুইটি স্কেল বহুল ব্যবহৃত হয়।

৭.০.৩ স্কেলের অনুপাতসমূহ বা স্কেল নির্ধারণ করার জন্য বিবেচ্য বিষয়াদি

সাধারণভাবে ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় স্কেলের অনুপাতসমূহ দেওয়া হলো

১) পূর্ণ ঃ স্কেল ফুল সাইজ (Scale Full Size)
২) অর্ধ ঃ স্কেল হাফ সাইজ (Scale Half Size)
৩) এক-চতুর্থাংশ ঃ স্কেল কোয়ার্টার সাইজ (Scale Quarter Size)
৪) এক-অষ্টমাংশ ঃ স্কেল ওয়ান এইটথ সাইজ (Scale One Eighth size)
৫) দ্বিগুণ ঃ স্কেল টুয়াইস ফুল সাইজ (Scale Twice Full Size)
৬) চতুর্গুণ ঃ স্কেল ফোর টাইমস ফুল সাইজ (Scale Four Times Full Size)

স্ট্যান্ডার্ড হিসেবে নিচের স্কেলের অনুপাত অনুযায়ী R.F ব্যবহার করা যেতে পারে **:**

পূর্ণ অনুপাত	ক্ষুদ্র করার অনুপাত		বৃহত্তর করার অনুপাত
1:1	**1: 2**	**1: 20**	**10:1**
	1: 5	**1: 50**	**5:1**
	1: 10	**1: 100**	**2:1**
	1: 20	**1: 200**	

২০২৫

৭.১ প্লেইন স্কেল (Plain Scale)

এ স্কেলে মোট দৈর্ঘ্যকে কতগুলো সমান অংশে বিভক্ত করে প্রথম অংশটিকে আবার প্রয়োজন মতো কতগুলো সমান অংশে বিভক্ত করা হয়। অর্থাৎ এ স্কেল থেকে সাধারণত দুইটি বিভিন্ন এককের (Unit) মাপ বা দশমিকের পর এক অঙ্ক মাপ পাওয়া যায়।

৭.১.১ প্লেইন স্কেল অংকন করার নিয়ম

হিসেব করা দৈর্ঘ্যের সমান একটি সরলরেখা যা অংকন করে প্রয়োজন মতো প্রাথমিক পর্যায়ে সমান অংশে বিভক্ত করা হয়। প্রথমে অংশটিকে আবার প্রয়োজন মতো বিভক্ত করতে হয়, যাতে নির্দিষ্ট ন্যূনতম মাপ পাওয়া যায়। পরে একটি প্রস্থ দিয়ে (1 থেকে 1.5 সে.মি.) একটি আয়তক্ষেত্র অংকন করতে হয়। প্রাথমিক পর্যায়ের ভাগ চিহ্নগুলো প্রস্থের সমান এবং পরবর্তী ভাগ চিহ্নগুলো প্রস্থের অর্ধেক বা কিছু বেশি পর্যন্ত রেখা দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। বিভিন্ন অংশের ক্রমিক সংখ্যা ও একক স্কেলের প্রান্তে অবশ্যই দেখাতে হবে।

উদাহরণ ৩। 10 সে.মি. ও 4 মি.মি. মাপা যায় এমন একটি প্লেইন স্কেল অংকন কর যা দিয়ে সর্বোচ্চ 15 সে.মি. মাপা যাবে। এখানে 40 মি.মি. দিয়ে 5 সে.মি. নির্দেশ করবে।

$$\text{আমরা জানি, } R.F = \frac{\text{ড্রইং এর মাপ}}{\text{বস্তুর মাপ}}$$

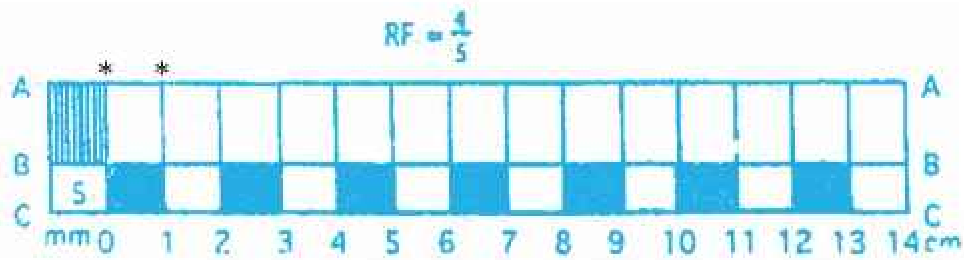
$$\text{সুতরাং } R.F = \frac{40mm}{50mm} = \frac{4}{5}$$ বা 4 : 5 (যেহেতু 10 মি.মি. = 1 সে.মি.)

স্কেলটি দিয়ে সর্বোচ্চ 15 সে.মি. বা 150 মি.মি. পরিমাপ করা যাবে।

সুতরাং অংকনীয় স্কেলের দৈর্ঘ্য হবে $R.F \times 150 = \frac{4}{5} \times 150 = 120$ মি.মি. বা 2 সে.মি.(প্লেইন স্কেল সাধারণত 15 সে.মি. লম্বা হয়)।

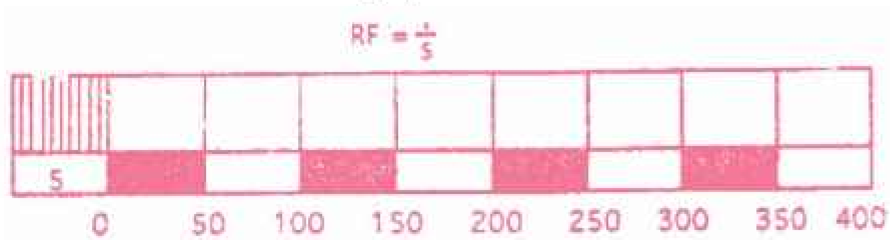
এখন স্কেল অংকন করার জন্য 120 মি.মি. লম্বা করে এমনভাবে 3 টি রেখা টানতে হবে যেন চিত্র ৭.১-এর ন্যায় AA, BB থেকে এবং BB, CC থেকে যথাক্রমে 2 ভাগ এবং 1 ভাগ নিচে থাকে। অর্থাৎ AA ও BB, 3 ভাগের 2 ভাগ এবং BB ও CC হবে 3 ভাগের 1 ভাগ।

যেহেতু স্কেলটি দিয়ে সর্বোচ্চ 15 সে.মি. মাপা যাবে সেহেতু 120 মি.মি. লম্বা রেখাটিকে সমান 15 টি অংশে বিভক্ত করতে হবে। চিত্রে ডানদিকের অংশটিকে সমান 14 ভাগে বিভক্ত করা হয়েছে। এখন বিভাগ বিন্দুগুলোতে 0, 1, 2, 3, 4 ইত্যাদি করে 14 পর্যন্ত সংখ্যা লিখি। এ সকল সংখ্যার প্রত্যেকটি এক একটি সে.মি. নির্দেশ করবে। এখন মি.মি.-এর মাপ পাওয়ার জন্য 0-এর বাম দিকের বিভাগ বিন্দুতে 1 ঘর পর পর 2, 4, 6, 8 ও 10 সংখ্যা লিখি। এরা মি.মি. প্রকাশ করবে। স্কেলের বামদিকে Milimetre এবং ডানদিকে Centimetre লিখি এবং সে.মি. স্থানের নিচের ঘর একটির পর একটি পেনসিল দিয়ে ভরাট করে দেই। এখন 10 সে.মি. 4 মি.মি. দৈর্ঘ্যকে স্কেলে দেখানোর জন্য 0-এর ডান দিক থেকে 10 চিহ্নিত বিভাগ (10 সে.মি.) এবং 0-এর বাম দিক থেকে 4 উপ-বিভাগটি নির্দিষ্ট করলাম। এদের সমষ্টি অর্থাৎ চিত্র ৭.১-এ দুইটি তারকা চিহ্ন (**) দিয়ে প্রদর্শিত দূরত্বই এখানে 10 সে.মি. 4 মি.মি. দৈর্ঘ্যকে নির্দেশ করছে।



চিত্র ৭.১

উদাহরণ ৪। এমন একটি প্লেইন স্কেল অংকন কর যাতে 10 মি.মি. দিয়ে 50 মি.মি. দূরত্বের মাপ বোঝায়। এ স্কেল দিয়ে 430 মি.মি. দূরত্বের মাপ নির্দেশ করো।



চিত্র ৭.২

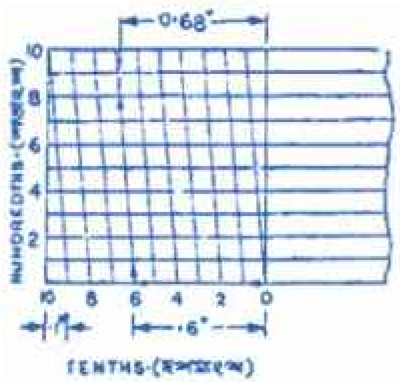
এখানে, $R.F = \frac{10}{50} = \frac{1}{5}$ বা, R.F = 1 ঃ 5

চিত্র অংকনের জন্য AB রেখাটিকে 10 মি.মি. ভাগে বিভক্ত করতে হবে। প্রতি ভাগে 50 মিলিমিটার বোঝাবে। বাম প্রান্তে 10 মি.মি. সমান 10 ভাগে ভাগ করলে প্রতি ভাগ 5 মি.মি. বোঝাবে। এখন (**) চিহ্নিত রেখাটি 430 মি.মি. লম্বা হবে (চিত্র ৭.২)।

৭.২ ডায়াগোনাল স্কেল (Diagonal Scale)

প্লেইন স্কেল এ অধিক সংখ্যক উপ-বিভাগ করতে গেলে রেখাগুলো পরস্পর খুবই কাছাকাছি হয়ে যায়। এ কারণে কর্ণ বা 'ডায়াগোনাল' নীতিতে পরোক্ষভাবে এ উপ-বিভাগ করা হয়ে থাকে। সাধারণত স্কেল থেকে যে মাপ পাওয়া যায় তা অপেক্ষা আরও ছোট এককের বা ক্ষুদ্রতর অংশের মাপ প্রয়োজন হলে সাধারণত স্কেলের এক একটি ছোট অংশকে এক বিশেষ নিয়মে বিভক্ত করে যে স্কেল অংকন করা হয়, তাকে **ডায়াগোনাল স্কেল (Diagonal Scale)** বলে। সাধারণ স্কেলের এক একটি ক্ষুদ্র অংশকে সমান দৈর্ঘ্যের আয়তক্ষেত্রে পরিণত করে তার দৈর্ঘ্যকে প্রয়োজন মতো সমান অংশে বিভক্ত করে প্রস্থের অর্থাৎ সাধারণত স্কেলের এক একটি ক্ষুদ্রতম অংশের আনুপাতিক ভগ্নাংশ হয়।

এভাবে সাধারণ স্কেলের প্রস্থকে যে কোনো সমান অংশে বিভক্ত করে কর্ণ দিয়ে আনুপাতিক হারে বিভক্ত করে ডায়াগোনাল স্কেল অংকন করা হয়। এ স্কেল দিয়ে সাধারণত তিনটি (Unit) একক যথা, মিটার, ডেসিমিটার, সেন্টিমিটার বা দশমিকের পর দুই বা তিন অংক পর্যন্ত মাপ পাওয়া যায়।



চিত্র ৭.৩



চিত্র ৭.৪

উদাহরণ স্বরূপ ধরা যাক, AB-এর দৈর্ঘ্য খুবই ক্ষুদ্র এবং এক কর্ণ বা ডায়াগোনাল নীতিতে দশটি সমান অংশে বিভক্ত করতে হবে। সুতরাং প্রথমে AB-এর B বিন্দুতে যে কোনো দৈর্ঘ্যের BC একটি লম্ব টেনে A ও C-কে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করি। পরে BC-কে সমান দশটি অংশে বিভক্ত করে নিচের দিক থেকে পর্যায়ক্রমে প্রত্যেকটি বিভাগ বিন্দুকে 1, 2, 3, 4 ইত্যাদি অংক দিয়ে চিহ্নিত করি এবং সকল বিভাগ বিন্দু হতে AB-এর সমান্তরালরূপে AC পর্যন্ত সরলরেখা টানি এবং সমতা রক্ষা করে ছেদ-বিন্দুতে 1 সে.মি., 2 সে.মি., 3 সে.মি. ইত্যাদি অংক চিহ্ন দিই। ফলে 1 সে.মি. 1 রেখা AB-এর $\frac{1}{10}$ অংশ, 6 সে.মি. 6 রেখা AB এর $\frac{6}{10}$ অংশ, 9 সে.মি. 9 রেখা AB-এর $\frac{9}{10}$ অংশ ইত্যাদি হলো। অর্থাৎ AC এবং BC দিয়ে সীমাবদ্ধ এ রেখাগুলো যে অংক বিশিষ্ট, এটি AB এর তত দশম ভাগ হলো (চিত্র ৭.৩)।
উদাহরণ স্বরূপ ঃ AB-এর দৈর্ঘ্য যদি 0.1 সে.মি. হয়, তাহলে এক্ষেত্রে 1'-1 রেখার দৈর্ঘ্য = 0.01সে.মি, 6 - 6' রেখার দৈর্ঘ্য = 0.06 সে.মি. ইত্যাদি হবে।

কর্ণ নীতিতে অংকিত স্কেল থেকে পূর্ণ, দশমাংশ এবং শতাংশ এই তিন প্রকার মাপ পাওয়া যায়। এ মাপের জন্য স্কেলের দৈর্ঘ্যের সমান্তরালরূপে এবং সমদূরত্বে কতগুলো নির্দিষ্ট সংখ্যক রেখা টেনে কর্ণ দিয়ে তাদেরকে ছেদ করা হয়ে থাকে। এ স্কেল থেকে এক সেন্টিমিটারের দশমাংশ (Tenths) এবং এক সেন্টিমিটারের শতাংশ (Hundredths) হারের মাপ একযোগে কীভাবে পাওয়া যায়, এর একটি উদাহরণ 0.68 সেন্টিমিটার সম্পর্কে চিত্র ৭.৪-তে দেখানো হয়েছে। এখানে আনুভূমিক রেখার নিচের অংক এক সেন্টিমিটারের দশমাংশ মাপকে এবং (কর্ণ রেখার উপরে দেখানো) লম্ব রেখার পাশের অংক এক সেন্টিমিটারের শতাংশ মাপকে

নির্দেশ করে। তীর-মুখ অনুসরণ করে উভয় দিকের অংক পর্যন্ত যে দূরত্ব পাওয়া যায় তাই প্রয়োজনীয় মাপ হবে।

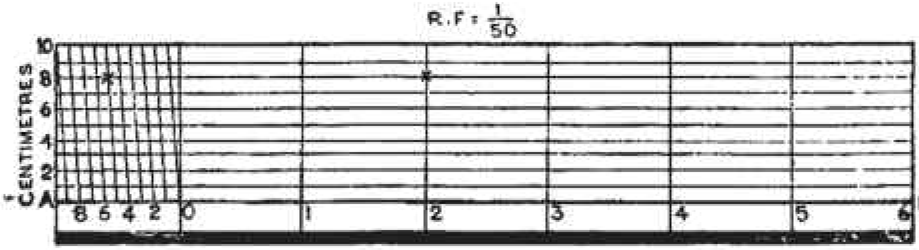
উদাহরণ ৫। R.F = $\frac{1}{50}$ নিয়ে মিটার, ডেসিমিটার এবং সেন্টিমিটার সম্পর্কিত একটি ডায়াগোনাল স্কেল অংকন কর এবং এতে 2 মিটার 5 ডে.মি. 8 সে.মি. মাপ দেখাও।

মেট্রিক স্কেল সাধারণত 15 সে.মি. দীর্ঘ অংকন করা হয়ে থাকে। সুতরাং এখানে 15 সে.মি. দৈর্ঘ্য কত মিটার দৈর্ঘ্যকে নির্দেশ করবে এটি প্রথমে নির্ণয় করতে হবে।

প্রদত্ত R.F $=\frac{1}{50}$ অনুযায়ী 1 সে.মি. নির্দেশ করে 50 সে.মি কে অর্থাৎ 0.5-কে। সুতরাং 15 নির্দেশ করবে 0.5 x 15 মি. কে = 7.5 মি. কে। এই 7.5 মিটার একটি ভগ্নাংশ সম্বলিত সংখ্যা। একে পূর্ণ বিভাগ সংখ্যায় বিভক্ত করা অসুবিধা। ফলে এ ক্ষেত্রে 7.5 মিটারের পরিবর্তে এর সন্নিহিত পূর্ণ সংখ্যা 7 মিটার নেওয়া যাক। দেখা যায় যে, 7 মিটার দৈর্ঘ্যকে নির্দেশ করবে $\frac{15x7}{7.5}$ = 14 সে.মি. দৈর্ঘ্য।

অতএব প্রথমে 14 সে.মি. দীর্ঘ AB একটি সরলরেখা টেনে এর সমান্তরালরূপে ঐ রেখা থেকে যথাক্রমে 5 মি.মি. ও 7 মি.মি. নিচে এবং 25 মি.মি. উপরে আরও তিনটি সরলরেখা টানি। AB রেখাটিকে 7 টি সমান অংশে বিভক্ত করে বিভাগ বিন্দুতে ক্রমান্বয়ে 0 থেকে 6 লিখি। এ বিভাগগুলোর প্রত্যেকটি এক একটি মিটারকে নির্দেশ করে। এবার পূর্বের ন্যায় AO দৈর্ঘ্যকে এবং A-তে টানা লম্বটিকে সমান 10 টি অংশে বিভক্ত করে AO অংশে কর্ণ রেখা টানি।

শেষে ডানদিকে Metres, বামদিকে AO অংশের নিচে Decimetres এবং A তে টানা লম্বের পাশে Centimetres শব্দ লিখি এবং AB-এর নিচের রেখা দুইটির অন্তরবর্তী স্থানকে পেনসিল দিয়ে ভরাট করি (চিত্র ৭.৫)।



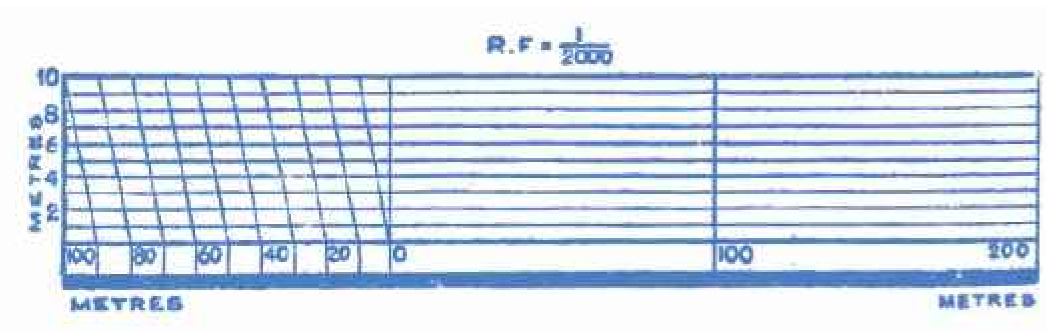
চিত্র ৭.৫

এখন প্রদত্ত মাপ দেখানোর জন্য O-এর ডানদিকে 2 চিহ্নিত বিভাগ (= 2 মিটার) এবং O এর বামদিকের 5 চিহ্নিত বিভাগ (= 5 ডেসিমিটার) এবং এটি থেকে টানা কর্ণ রেখাটি যে বিন্দুতে বামদিকের 8 চিহ্নিত বিন্দু থেকে AB এর সমান্তরালরূপে টানা রেখাকে ছেদ করেছে একে নির্দিষ্ট করি। এদের সমষ্টি অর্থাৎ দুইটি তারকা চিহ্ন দিয়ে দেখানো দূরত্ব এখানে নির্ণেয় 2 মিটার 5 ডে.মি. 8 সে.মি. বা 2.58 মিটার মাপ হলো।

উদাহরণ ৬। R.F $= \frac{1}{2000}$ নিয়ে এমন একটি স্কেল অংকন কর যা দিয়ে 1 মিটার হতে 300 মিটার পর্যন্ত দূরত্ব দেখানো সম্ভব হয়।

এ ক্ষেত্রে অংকনীয় স্কেলের দৈর্ঘ্য = R.F X সর্বাধিক দৈর্ঘ্য = $\frac{1x300}{2000} = \frac{3}{20}$ X মিটার = 15 সে.মি.।

প্রথমে 15 সে.মি. দীর্ঘ একটি সরলরেখা টেনে একে সমান 3টি অংশে বিভক্ত করি। এর এক একটি বিভাগ 100 মিটার দূরত্বকে নির্দেশ করে। পরে বামদিকের অংশটিকে সমান 10 টি অংশে বিভক্ত করি। এর একটি বিভাগ 10 মিটার দূরত্বকে নির্দেশ করে। প্রত্যেক দ্বিতীয় বিভাগটিকে 20, 40, 60 ইত্যাদি অংক দিয়ে চিহ্নিত করি। এখন এক মিটার দূরত্ব দেখানোর জন্য বাম দিকের লম্ব রেখাটিকে সমান 10 টি অংশে বিভক্ত করে স্কেল অংকনের কাজ সম্পন্ন করি।



চিত্র ৭.৬

উদাহরণ ৭। একটি মানচিত্রে 15 সে.মি. X 8 সে.মি. ক্ষেত্র 12000 বর্গ মিটারকে নির্দেশ করে। এর R.F নির্ণয় কর এবং মিটার ও ডেসিমিটার দেখিয়ে মানচিত্রটির একটি স্কেল অংকন কর। উপরন্তু এতে 126 মিটার 7 ডেসিমিটার দূরত্ব দেখাও।

এ ক্ষেত্রে 15 সে.মি. X 8 সে.মি. অর্থাৎ 120 বর্গ সে.মি. নির্দেশ করে 12000 বর্গ মিটারকে।

বা, 1 বর্গ সে.মি. নির্দেশ করে $\frac{12000}{120}$ বর্গ মিটারকে বা 100 বর্গ মিটারকে

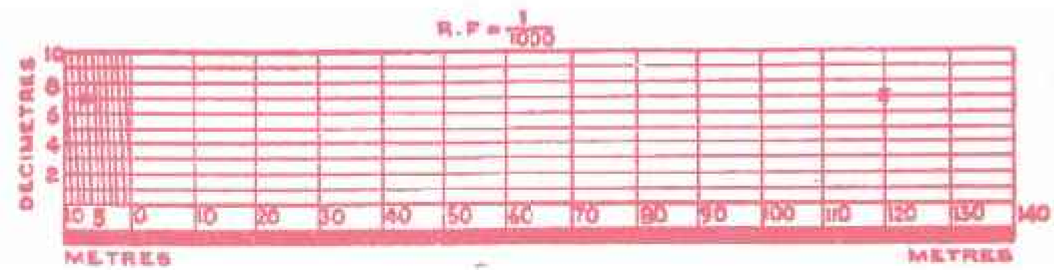
বা, 1 সেন্টিমিটার নির্দেশ করে $= \sqrt{100} = 10$ মিটার দূরত্বকে।

ফলে, R.F = $\frac{\text{1 সেন্টিমিটার}}{\text{10 সেন্টিমিটার}} = \frac{\text{1 সেন্টিমিটার}}{\text{10 X100 সে.মি.}} = \frac{1}{1000}$

এখানে 15 সেন্টিমিটার দৈর্ঘ্য নির্দেশ করবে = 15 X 10 = 150 মিটার দূরত্বকে।

২০২৫

সুতরাং প্রথমে 15 সে.মি. দীর্ঘ একটি সরলরেখা টেনে তাকে 15 টি সমান অংশে বিভক্ত করি। এর এক একটি বিভাগ 10 মিটার দূরত্বকে নির্দেশ করে। এখন একেবারে বামদিকের রেখাটিকে সমান 10 টি সমান অংশে বিভক্ত করি। এর এক একটি বিভাগ এক মিটার দূরত্বকে নির্দেশ করে। এখন বামদিকের লম্ব রেখাটিকে 10 টি সমান অংশে বিভক্ত করে অবশিষ্ট কাজ সম্পন্ন করি। দুইটি তারকা চিহ্নিত দিয়ে প্রদর্শিত দৈর্ঘ্যই এখানে 126 মিটার 7 ডেসিমিটার দূরত্ব। (চিত্র ৭.৭)



চিত্র ৭.৭

অনুশীলনী - ৭ : স্কেল অংকন

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। স্কেল কী ?
২। স্কেলের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।
৩। প্রতিনিধিত্বকারী ভগ্নাংশ বা R.F বলতে কী বোঝায় ?
৪। স্কেল সাধারণত কত প্রকার ও কী কী ? বহুল ব্যবহৃত স্কেল কোনটি ?
৫। স্কেলের অনুপাতগুলো লেখ। বা স্কেল নির্ধারণ করার জন্য বিবেচ্য বিষয়াদি লেখ।
৬। সরল স্কেল বলতে কী বোঝায় ? একটি সরল স্কেল অংকন করো।
৭। ডায়াগোনাল স্কেল বলতে কী বোঝায় ? একটি ডায়াগোনাল স্কেলের চিত্র অংকন করো।
৮। চিত্রসহ কর্ণ বা ডায়াগোনাল স্কেলের সাহায্যে কোণ অংকনের পদ্ধতিটি বর্ণনা করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। প্রতিনিধিত্বকারী ভগ্নাংশ (R.F) সূত্রটির প্রয়োগ দেখাও।
২। 12 মি.মি. দ্বারা 60 মি.মি. দূরত্বের মাপ বোঝায় এমন একটি প্লেন স্কেল অংকন কর, যার দ্বারা সর্বোচ্চ 440 মি.মি. দূরত্বের মাপ পাওয়া যাবে।
৩। $R.F = \frac{1}{5}$ নিয়ে মিটার, ডেসিমিটার এবং সেন্টিমিটার সম্পর্কিত একটি ডায়াগোনাল স্কেল অংকন করে, এর দ্বারা 2 মিটার 7 ডেসিমিটার 4 সেন্টিমিটার মাপ দেখাও।

৪। একটি মানচিত্রে 12 সে.মি. X 10 সে.মি. ক্ষেত্র 12000 বর্গ মিটারকে নির্দেশ করে। এর R.F নির্ণয় করে মিটার ও ডেসিমিটার দেখিয়ে মানচিত্রটির একটি স্কেল অংকন কর। উপরন্তু এত 128 মিটার 6 ডেসিমিটার দূরত্ব দেখাও।

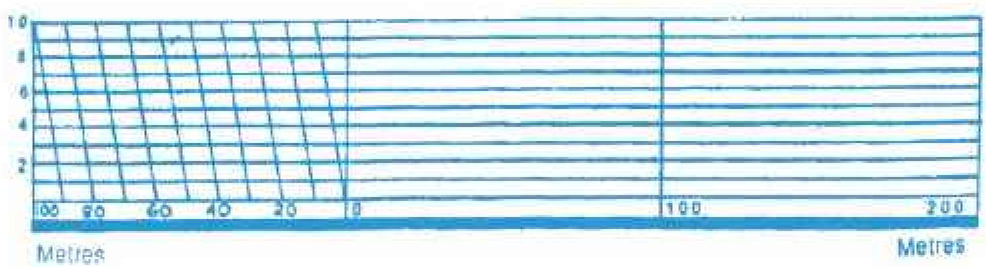
৫। একটি সরল মাপনীর $R.F = \frac{1}{36}$ । স্কেলটি এঁকে গজ ও ফুট এ দেখাও।

৬। একটি সরল মাপনীর $R.F = \frac{1}{58080}$ । 6 মাইল পর্যন্ত দূরত্ব মাপা যায় এমন একটি সরল মাপনী বা স্কেল এ এক মাইল ও ফার্লং দেখাও।

৭। মিটার ও ডেসিমিটার দেখিয়ে একটি সরল মাপনী আঁক যখন মাপনীতে 3 সে.মি. দুরত্ব 1 মিটার দৈর্ঘ্য প্রকাশ করে। স্কেলটি দিয়ে 5 মিটার পর্যন্ত দূরত্ব মাপতে হবে।

৮। দেওয়া আছে $R.F = \frac{1}{60}$ । সর্বোচ্চ 5 মিটার মাপা যায় এমন একটি সরল মাপনী এঁকে মিটার ও ডেসিমিটার দেখাও। মাপনীটিতে 3 মিটার এবং 7 ডেসিমিটার পরিমাপ দেখাও।

৯। নিচের স্কেলটি দিয়ে 300 মিটার পর্যন্ত পরিমাপ নেওয়া যাবে। এতে 225 মিটার পরিমাপ নির্দেশ করো।



চিত্র ৭.৮

৮. ড্রইং প্রতীক

Drawing Symbol

৮.১ ড্রইং এর প্রতীক

কোন ড্রইং এর বিভিন্ন অংশকে বর্ণনা করার জন্য এটার মাত্রা, মাপ, পরিমাপ ও অপারেশন বা কার্যকে সংক্ষিপ্তভাবে প্রকাশ করতে যে সংকেত বা চিহ্ন ব্যবহার করা হয়,ওটাকেই ড্রইং এর প্রতীক বলে।

⊙ ড্রইং এ প্রতীকের গুরুত্ব

যে কোন ড্রইং এর ভিতর বিভিন্ন প্রকার লাইন বা রেখা, বিভিন্ন প্রকার অপারেশন, কোথায় কোন ধরনের অপারেশন বা কার্য সম্পন্ন করতে হবে এটা বিভিন্ন প্রকার প্রতীক,চিহ্ন বা সিম্বল ব্যবহার করে সহজে সংক্ষিপ্ত ভাবে বোঝানো হয়।

বিভিন্ন প্রকার কার্য বা অপারেশন ড্রইং এর ভিতর পরিপূর্ণ ভাবে লিখলে ড্রইংটি বড় আকার ধারণ করে ও অনেকাংশে ড্রইং এর সৌন্দর্যহানি ঘটাই। এইজন্য ড্রইং এর ভিতর প্রতীকের ব্যবহার অপরিহার্য গুরুত্ব বহন করে।

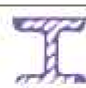
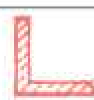
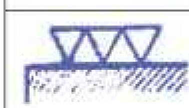
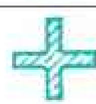
৮.২ ড্রইং এ ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের প্রতীকসমূহ অঙ্কন - গণিত ও জ্যামিতি সম্পর্কীয় সিম্বল

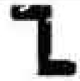
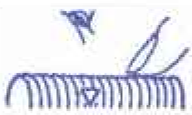
Symbol	Name of symbol	Symbol	Name of symbol
+	Plus - Sign of Addition or Positive sign	( )	Left & Right Parenthesis sign
-	Minus - Sign of Subtraction or Negative sign	{ }	Left & Right Second Bracket sign
× .	Multiplied by - Multiplication sign	[ ]	Left & Right Square Bracket sign
÷)(--	Divided by - Division sign	:	Is to Proportion, Colon sign
±	Plus Minus sign	::	Equals in Proportion sign
=	Equal to sign	:-	Colon Dash sign
≠	Not Equal to sign	,	Coma Mark sign
>	Greater than sign	;	Sami Colon Mark & EOB Insert (CNC) sign
<	Less than sign	?	Question Mark sign
≥	Greater than or Equal to sign	!	Exclamation Mark sign

$\leq$	Less than or Equal to sign	.	Period, Full Stop sign
$\equiv$	Is Identical to sign	’	Apostrophe Mark sign
$\cong$	Approximately Equal sign	“ ”	Quotation Mark sign
$\parallel$ //	Parallel Line sign	—	Dash, Highpen sign
$\angle$	Angle sign	__	Underscore sign
$\llcorner$	Right Angle sign	^	Gap Writing sign
$\perp$	Perpendicular sign	$\therefore$	Therefore sign
$\surd$	Square Root sign	$\because$	Hence sign

চিত্র ৮.১ গণিত ও জ্যামিতিক সিম্বল

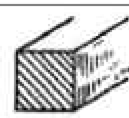
⊙ মেকানিক্যাল ও সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং এর সারফেস ও সেকশন সম্পর্কীয় সিম্বল

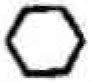
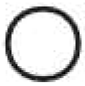
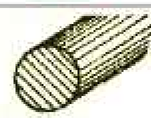
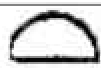
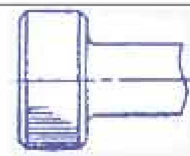
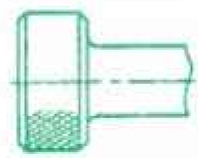
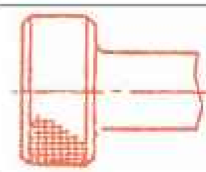
Symbol	Name of Symbol Max. surface roughness, R μ = 0.001 mm	Symbol	Name of Symbol
	Rough or Produced in non- Cutting, Forging, Casting, Rolling sing		Tee Section sign
	Properly (neatly) Forged Cast or Filled over sign		I-beam Section sign
	Roughing sign		Angle Section sign
	Finishing sign		Chanel Section sign
	Fine Finishing sign		Cross-Section sign

	Super Finishing sign		Z - Section sign
	Special Treatment : Check Mark Shaving, Lapping, Honing, Polishing sing		Rail Section sign
	Special Treatment : Special Surface Properties, Pointing, Nickel Plating, Etching or Hardening sing		Bulb Angle section sign
	Chip removal by Filling, Turning, Milling, Grooving sign		Bulb plate section sign
	Chip removal (cut) by Filling, Turning Milling, Grooving sign	T, t	Thickness sign
	Chip removal by Filling /Turning sign	&	And sign
	Chip removal by Grinding/Lapping sign	@	HAlt Mark (at the rate of) sign
%	Percent sign	*	Asterisk Design sign
		#	Hash sign

চিত্র ৮.২ সারফেস ও সেকশন সম্পর্কীয় সিম্বল

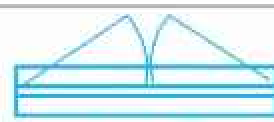
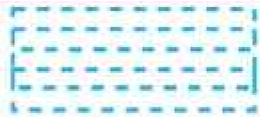
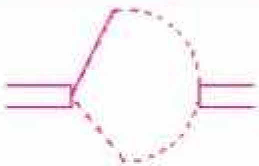
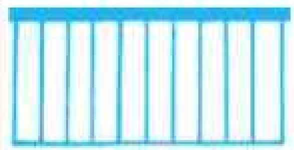
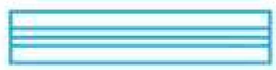
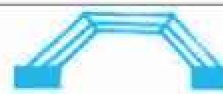
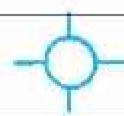
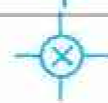
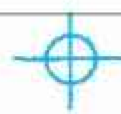
⊙ মেকানিক্যাল ও সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং জ্যামিতি ও মেটাল সম্পর্কীয় সিম্বল

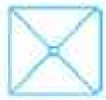
Symbol	Name of Symbol	Symbol	Name of Symbol
Δ	Triangular Section sign	⊙	Circle sign
◿	Right Angle Triangle sign	◎	Pipe - Tube sign
□, SQ	Square Section sign		Square Bar Section sign

▬	Rectangular sign		Flat Bar Section sign
	Hexagonal Section sign		Hexagonal Bar Section sign
	Circumference or Round Section sign		Round Bar Section sign
	Half Round Section sign		Straight knurling sign
°	Degree, Circular arc or Temperature sign		Diamond Knurling sign
″ S	Second or Inch sign		Cross Knurling sign
′	Minutes or Feet sign	**M**	Meter or Metric Thread sign
π	Pi = 3.1416 sign	**cm**	Centimeter sign
θ	Theta - Angle sign	**mm**	Millimeter sign
Ø, D	Fi-Diameter sign	**SR**	Radius of Sphere sign
R, r	Arc Radius sign	**SØ**	Diameter of Sphere sign
km	Kilometer sign	**A**	Ampere - Current sign
g	Gram sign	**R , Ω**	Ohm – Resistance sign
Kg	Kilogram sign	**V**	Voltage sign

চিত্র ৮.৩ জ্যামিতি, মেটাল ও ইলেক্ট্রিক্যাল সম্পর্কীয় সিম্বল

⊙ আর্কিটেকচারাল ও ইলেকট্রিক্যাল বিষয়ক সিম্বল

Symbol	Name of Symbol	Symbol	Name of Symbol
	Interior Door sign		Casement Windows sign
	Exterior Door sign		Awning Window sign
	Swinging Door sign		Stairs sign
	Exterior Double Door sign		Horizontal Sliding Windowsign
	Arched Opening sign		Sliding Windowsign
	Bifold Doors sign		Bay Window sign
	Accordian-Fold sign		Fixed Window sign
	Sliding Doors sign		Fluorescent Light sign
	Pocket Door sign		Ceiling Light sign
	Door Placement sign		Exit Light sign
	Bath sign		Lamp sign

	Shower sign		Wall Light sign
	Tub sign		Switch sign
	Toilet sign		Refrigerator sign
	Lavatory/ Sink sign		Fireplace
	TV Cable sign		Phone sign

চিত্র ৮.৪ আর্কিটেকচারাল ও ইলেকট্রিক্যাল বিষয়ক সিম্বল

⊙ মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং এর জ্যামিতিক ও মেটাল সম্পর্কীয় সিম্বল

অবস্থানগত বৈশিষ্ট্যপূর্ণ টলারেন্সের জন্য সিম্বল

Form Tolerances	Individual Features	Straightness	⏤
		Flatness	⏥
		Roundness; Circularity	○
		Cylindricity	⌭
	Individual or Related Features	Profile of a line	⌒
		Profile of a surface	⌓
	Related Features	Angularity	∠
		Perpendicularity (Squareness)	⊥
		Parallelism	//
Location Tolerances		Position	⌖
		Concentricity	◎
		Symmetry	⌯
Runout Tols.		Circular	↗
		Total	⌰
SUPPLEMENTARY SYMBOLS			
MMC	Maximum material condition		Ⓜ
RFS	Regardless of feature size		Ⓢ
DIA	Diameter		Ø

চিত্র ৮.৪ বৈশিষ্ট্যগত টলারেন্সের সিম্বল

২০২৫

অনুশীলনী-৮ : ড্রইং প্রতীক

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। ড্রইং এর প্রতীক বলতে কী বোঝায় ?

২। ড্রইং এ Ø (ফাই) এর দ্বারা কী বোঝানো হয় ?

৩। M12 × P1.5 এর অর্থ কী ?

৪। ড্রইং এ R এর অর্থ লেখ।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। ড্রইং এ প্রতীক ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

২। ড্রইং এ প্রতীক ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।

৩। নামসহ বিভিন্ন প্রকার টেকনোলজির গুরুত্বপূর্ণ প্রতীকগুলো অঙ্কন করো।

৪। আর্কিটেকচারাল বিষয়ক গুরুত্বপূর্ণ সিম্বলগুলো অঙ্কন করো।

৯. জ্যামিতিক অংকন

Geometrical Drawing

৯.০ জ্যামিতি (Geometry)

জ্যা শব্দের অর্থ-ভূমি এবং মিতি শব্দের অর্থ-পরিমাপ অর্থাৎ জ্যামিতি শব্দের অর্থ ভূমির পরিমাপ। যে পুস্তকে ভূমির পরিমাপ সম্পর্কে তাত্ত্বিক ও ব্যবহারিক জ্ঞান অর্জনে যাবতীয় খুঁটিনাটি বিষয় অবগত হওয়া যায়, তাকে জ্যামিতি বলে।

৯.০.১ বিন্দু (Point) : যার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা কিছুই নাই, শুধু অবস্থান আছে মাত্র, তাকে বিন্দু বলে।
যেমন **:** চিত্র ৯.১ এ A একটি বিন্দু । A •

চিত্র ৯.১ বিন্দু

৯.০.২ রেখা (Line) : যার দৈর্ঘ্য ও অবস্থান আছে, কিন্তু বিস্তার বা বেধ নাই, তাকে রেখা বলে ।
বা চলন্ত বিন্দুর পথকে রেখা বলে। যেমন ঃ চিত্র ৯.২ এ **AB** একটি রেখা।



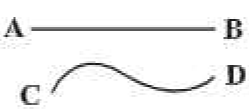
চিত্র ৯.২ রেখা

৯.০.৩ রেখার কয়েকটি প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্য

১) দুইটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একটি এবং কেবলমাত্র একটি রেখা আঁকা যায়।
২) যে সকল বিন্দু একই সরল রেখায় অবস্থান করে তাদেরকে সমরেখ বিন্দু বলা হয়।
৩) একটি রেখাংশের দৈর্ঘ্যই তার প্রান্ত বিন্দুদ্বয়ের দূরত্ব।
৪) রেখাংশের যে কোনো বিন্দুকে ঐ রেখাংশের অন্তঃস্থ বিন্দু বলা হয়।
৫) দুইটি রেখা একটির বেশি বিন্দুতে ছেদ করতে পারে না ।
৬) যদি দুইটি বিন্দু একই সমতলে অবস্থান করে তবে এদের সংযোজক সরলরেখা সম্পূর্ণভাবে ঐ একই তলে অবস্থান করে।

৯.০.৪ রেখা দুই প্রকার। যথা

১) সরলরেখা — চিত্রে AB একটি সরলরেখা
২) বক্ররেখা — চিত্রে CD একটি বক্ররেখা



চিত্র ৯.৩ সরলরেখা ও বক্ররেখা

৯.০.৫ সমান্তরাল সরলরেখা (Parallel Straight Lines)

একই সমতলে অবস্থিত দুই বা ততোধিক সরলরেখা উভয়দিকে যতদূর ইচ্ছা বর্ধিত করলে যদি কখনো মিলিত না হয় অথবা তাদের ভিতর সমান দূরত্ব বজায় রাখে, তবে এদেরকে সমান্তরাল সরলরেখা বলে। চিত্র ৯.৪ এ AB ও CD সমান্তরাল সরলরেখা।

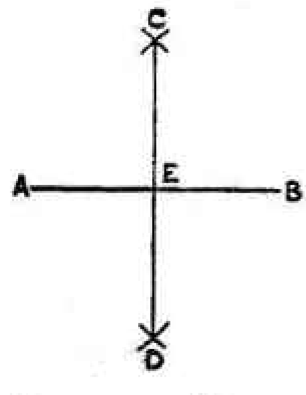


চিত্র ৯.৪ সমান্তরাল সরলরেখা

৯.১ সরলরেখা বিভক্তিকরণ (Straight Line Divided)

সরলরেখাকে সমদ্বিখন্ডিত করণ বা এর লম্ব-দ্বিখন্ডক অংকন

ধরি, AB সরলরেখাটির লম্ব-দ্বিখন্ডক টানতে হবে। প্রথমে, এর প্রান্ত A ও B-কে কেন্দ্র এবং AB এর অর্ধ অপেক্ষা বৃহত্তর যে কোন মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে উপর ও নিচের দিকে দুইটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এরা পরস্পরকে C ও D বিন্দুতে ছেদ করল। এখন C ও D কে একটি সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। এটা AB-কে E বিন্দুতে ছেদ করল। ফলে, AE = EB এবং CD, AB-এর উপর লম্ব-হওয়ায় এটা AB এর লম্ব-দ্বিখন্ডক অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.১.১)।

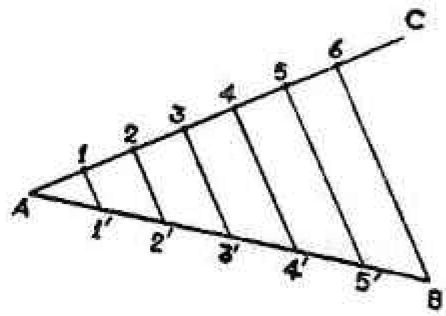


চিত্র ৯.১.১ লম্ব-দ্বিখন্ডক

⇨ সরলরেখাকে যে কোনো সমান অংশে বিভক্তিকরণ পদ্ধতি

মনে করি, AB সরলরেখাটিকে ছয়টি সমান অংশে বিভক্ত করতে হবে। প্রথমে, A বিন্দতে AB-এর সাথে যে কোনো কোণে একটি সরলরেখা টানি এবং A হতে আরম্ভ করে এর উপর যে কোনো দৈর্ঘ্যকে ছয় বার নিয়ে বিভাগ-বিন্দুগুলোকে অঙ্ক দ্বারা চিহ্নত করি। পরে, শেষের 6 চিহ্নিত বিন্দু এবং B-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে যথাক্রমে **1, 2, 3, 4, 5,** বিন্দু হতে **6-B** রেখার সমান্তরালরূপে, AB পর্যন্ত **1-1′, 2-2′, 3-3′** ইত্যাদি সরলরেখা টানি।

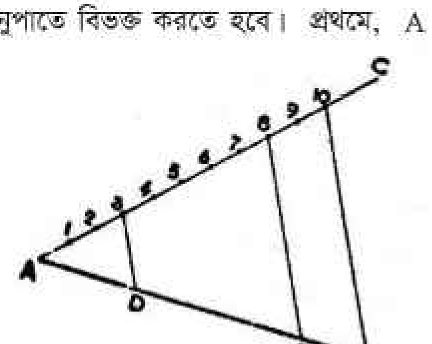
ফলে **A-1′=1′-2′=2′-3′** ইত্যাদি $=\frac{AB}{6}$ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.১.২)।



চিত্র ৯.১.২ সরলরেখাকে সমান অংশে বিভক্ত

⇨ সরলরেখাকে নির্দিষ্ট অনুপাতে বিভক্তিকরণ পদ্ধতি

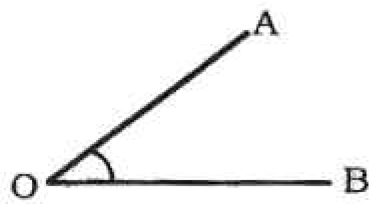
মনে করি, AB সরলরেখাটিকে **3: 5: 2** অনুপাতে বিভক্ত করতে হবে। প্রথমে, A বিন্দুতে AB-এর সাথে যে কোনো কোণে AC একটি সরলরেখা টানি। পরে, যেহেতু **3 + 5 + 2 =10**, সুতরাং A হতে আরম্ভ করে এর উপর যে কোনো দৈর্ঘ্যকে দশ বার লই এবং বিভাগ বিন্দুগুলোকে অঙ্ক দ্বারা চিহ্নিত করি। এবার, 10, B-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে এর সমান্তরালরূপে 3 এবং 8 চিহ্নিত বিন্দু হতে AB পর্যন্ত যথাক্রমে **3-D** এবং **8-E** সরলরেখা টানি। ফলে, **AD, DE** এবং **EB**-এর অনুপাত **3: 5: 2** অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.১.৩)।



চিত্র ৯.১.৩ সরলরেখাকে নির্দিষ্ট অনুপাতে বিভক্তিকরণ

৯.২ কোণ অংকন (Angle Drawing)

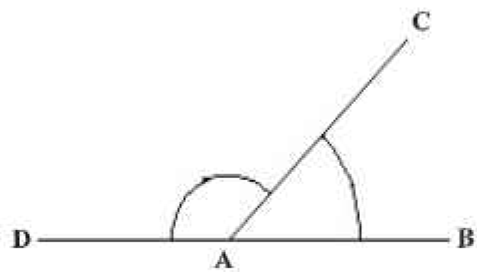
দুইটি সরলরেখা একই বিন্দুতে মিলিত হলে কোণ উৎপন্ন হয়। যে বিন্দুতে কোণ উৎপন্ন করে তাকে এর শীর্ষ বিন্দু বলে (চিত্র ৯.২.১)। চিত্রে ∠**AOB** একটি কোণ, **OA** ও **OB** এর বাহু এবং **O** এর শীর্ষবিন্দু।



চিত্র ৯.২.১ কোণ

➤ সন্নিহিত কোণ (Adjacent Angle)

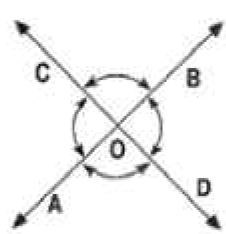
যদি কোনো তলে একই শীর্ষ বিন্দুতে এমন দুইটি কোণ উৎপন্ন হয়, যাদের একটি সাধারণ বাহু থাকে এবং কোণদ্বয় সাধারণ বাহুর বিপরীত পার্শ্বে অবস্থান করে, তবে কোণ দুইটিকে সন্নিহিত কোণ বলা হয়। অথবা দুইটি কোণের একই শীর্ষ বিন্দু ও একটি সাধারণ বাহু থাকলে এবং কোণ দুইটি ঐ সাধারণ বাহুর বিপরীত দিকে অবস্থিত হলে এদেরকে সন্নিহিত কোণ বলে। পার্শ্বে চিত্রে ∠**BAC** এবং ∠**CAD** দুইটি সন্নিহিত কোণ A তাদের শীর্ষ বিন্দু এবং **AC** সাধারণ বাহু। চিত্র ৯.২.২ ∠**BAC** এবং ∠**CAD** সন্নিহিত কোণ।



চিত্র ৯.২.২ সন্নিহিত কোণ

➤ বিপ্রতীপ কোণ (Vertically Opposite Angle)

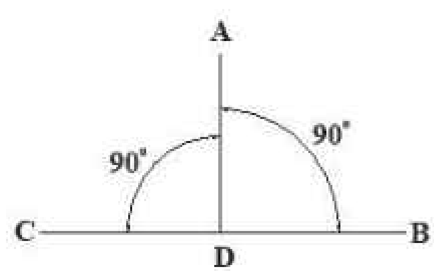
দুইটি সরলরেখা পরস্পর ছেদ করলে যে চারটি কোণ উৎপন্ন হয়, তাদের একটিকে অপরটির বিপ্রতীপ কোণ বলে। পার্শ্বের চিত্রে ∠**COA** এবং ∠**BOD** বিপ্রতীপ কোণ, এবং আবার ∠**COB** এবং ∠**AOD** বিপ্রতীপ কোণ (চিত্র ৯.২.৩)।



চিত্র ৯.২.৩ বিপ্রতীপ কোণ

➤ সমকোণ (Right Angle)

একটি সরলরেখা অপর একটি সরলরেখার উপর লম্বভাবে দণ্ডায়মান হলে যে দুইটি সন্নিহিত কোণ উৎপন্ন হয়, এবং মধ্যবর্তী কোণ যদি ৯০° হয়, তবে ঐ কোণদ্বয়ের প্রত্যেকটিকে সমকোণ (Right Angle) বলে এবং ঐ সরল রেখাদ্বয়ের একটিকে অপরটির উপর লম্ব (Perpendicular) বলে। পাশের চিত্র ৯.২.৪ এ ∠**ADC** = ∠**ADB** = এক সমকোণ এবং **AD** সরলরেখা CB-এর উপর লম্ব এবং CB রেখা AD রেখার উপর লম্ব।



চিত্র ৯.২.৪ সমকোণ ও লম্ব

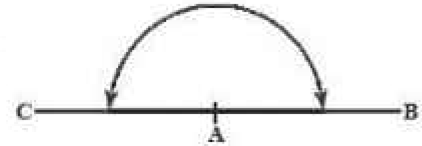
২০২৫

➤ **লম্ব (Perpendiculer)**

একটি সরলরেখা অপর একটি সরলরেখার উপর দণ্ডায়মান হলে, যে দুইটি সন্নিহিত কোণ উৎপন্ন হয় এবং মধ্যবর্তী কোণ যদি 90° হয়, তা হলে ঐ সরল রেখাদ্বয়ের একটিকে অপরটির উপর লম্ব বলে। চিত্র ৯.২.৪ এ **AD** রেখা **CB** রেখা এর উপর লম্ব।

➤ **সরল কোণ (Straight Angle)**

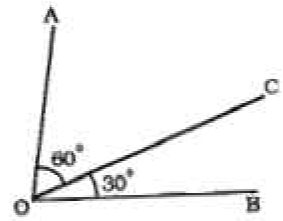
দুই সমকোণের সমান কোণকে সরল কোণ বলে। চিত্র ৯.২.৫ এ $\angle$**CAB** $=180^\circ$= দুই সমকোণ। $\angle$**CAB** এক সরল কোণ।



চিত্র ৯.২.৫ সরল কোণ

➤ **পূরক কোণ (Complement Angle)**

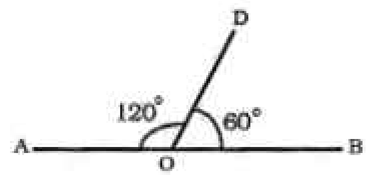
দুইটি কোণের সমষ্টি এক সমকোণের সমান হলে এদের একটিকে অপরটির পূরক কোণ বলে। চিত্র ৯.২.৬ এ $\angle$**AOC** ও $\angle$**COB** = **90**$^\circ$= এক সমকোণ। অর্থাৎ একটি কোণ অপরটির পূরক কোণ ।



চিত্র ৯.২.৬ পূরক কোণ

➤ **সম্পূরক কোণ (Supplement Angle)**

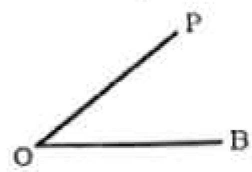
দুইটি কোণের সমষ্টি দুই সমকোণের সমান হলে, এদের একটিকে অপরটির সম্পূরক কোণ বলে। চিত্র ৯.২.৭ এ $\angle$**AOD** + $\angle$**DOB** =**180**$^\circ$ = দুই সমকোণ অর্থাৎ একটি কোণ অপরটির সম্পূরক।



চিত্র ৯.২.৭ সম্পূরক কোণ

➤ **সূক্ষ্ম কোণ (Acute Angle)**

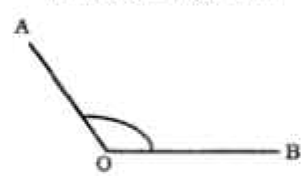
এক সমকোণ অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর কোণকে সূক্ষ্ম কোণ বলে। চিত্র ৯.২.৮ এ $\angle$**POB** একটি সূক্ষ্ম কোণ।



চিত্র ৯.২.৮ সূক্ষ্ম কোণ

➤ **স্থূল কোণ (Obtuse Angle)**

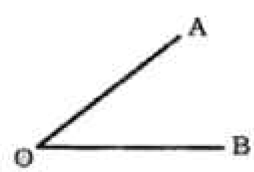
এক সমকোণ অপেক্ষা বৃহত্তর, কিন্তু দুই সমকোণ অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর কোণকে স্থূলকোণ বলে। চিত্র ৯.২.৯ এ $\angle$**AOB** একটি স্থূল কোণ।



চিত্র ৯.২.৯ স্থূল কোণ

➤ **প্রবৃদ্ধ কোণ (Reflex or Entrant Angle)**

দুই সমকোণ অপেক্ষা বৃহত্তর, কিন্তু চার সমকোণ অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর কোণকে প্রবৃদ্ধ বা প্রত্যাবর্তী কোণ বলে। চিত্র ৯.২.১০ এ $\angle$AOB একটি প্রবৃদ্ধ কোণ।



চিত্র ৯.২.১০ প্রবৃদ্ধ কোণ

২০১৫

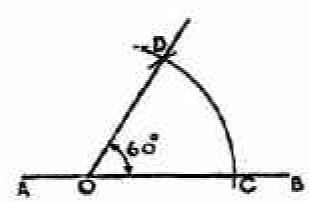
৯.৩ কোণ বিভক্তিকরণ (Angle Divided)

➤ সরলরেখার উপরিস্থ নির্দিষ্ট বিন্দুতে 60° মাপের কোণ অঙ্কন পদ্ধতি

প্রথমে, **AB**-এর উপরিস্থ নির্দিষ্ট বিন্দু **O**-কে কেন্দ্র এবং যে কোনো মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এটা **AB**-কে **C** বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, এই **C**-কে কেন্দ্র এবং পূর্বের মাপকেই ব্যাসার্ধ নিয়ে আর একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এটা পূর্বের বৃত্ত-চাপটিকে **D** বিন্দুতে ছেদ করল। সরলরেখা দ্বারা **DO**-কে যুক্ত করি। ফলে, ∠**DOB** কোণ **60°** মাপে অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৩.২)। **60°** সেট-স্কয়ারের সাহায্যেও এ কোণ সহজেই অংকন করা যেতে পারে (চিত্র ৯.৩.১)।



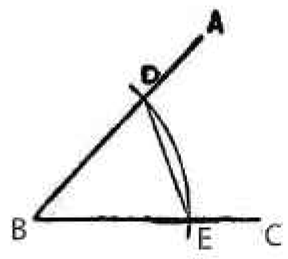
চিত্র ৯.৩.১ টি-স্কয়ারের উপর সেট স্কয়ার স্থাপন



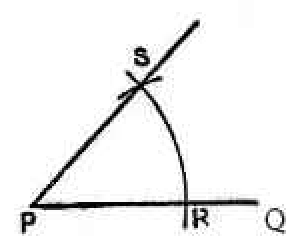
চিত্র ৯.৩.২ **60°** কোণ

➤ নির্দিষ্ট কোণের সমান করে অন্যত্র কোণ অংকন

মনে করি, প্রদত্ত কোণ ABC (চিত্র ৯.৩.৩)। প্রথমে, এর B-কে কেন্দ্র এবং যে কোনো দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। এটা কোণটির বাহু দুইটিকে D ও E বিন্দুতে ছেদ করল। সরলরেখা দ্বারা এদেরকে যুক্ত করি। এখন, পার্শ্বে PQ একটি সরলরেখা টেনে P-কে কেন্দ্র এবং পূর্বের ব্যাসার্ধকেই ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এই চাপ PQ রেখাকে R বিন্দুতে ছেদ করল। এবার, R-কে কেন্দ্র এবং DE সরলরেখার সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এই চাপ পূর্বের বৃত্ত চাপটিকে S বিন্দতে ছেদ করল। P ও S কে যুক্ত করে সরলরেখা টানি। ফলে, ∠**SPR** কোণ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৩.৪) এর মান ∠**ABC** কোণের সমান (চিত্র ৯.৩.৩ ও ৯.৩.৪)।



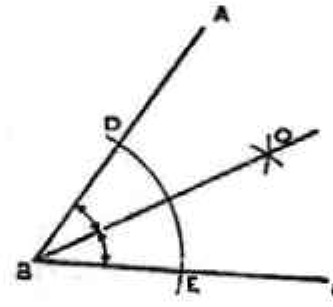
চিত্র ৯.৩.৩ কোণ অংকন



চিত্র ৯.৩.৪ কোণ অংকন

➢ **কোণকে সমদ্বিখণ্ডতকরণ**

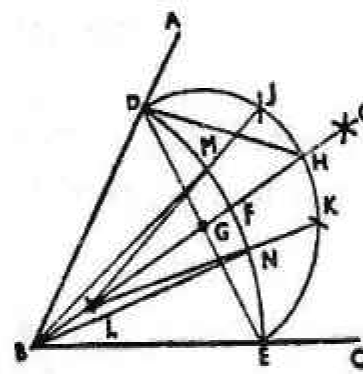
ধরি, ABC কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করতে হবে। প্রথমে, এর কোণ-বিন্দু B-কে কেন্দ্র এবং যে কোনো মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এটা বাহু দুইটিকে D ও E বিন্দতে ছেদ করল। পরে, যথাক্রমে এ দুইটি বিন্দুকে কেন্দ্র এবং DE এর অর্ধ অপেক্ষা বৃহত্তর যে কোনো মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এরা পরস্পরকে যে O বিন্দতে ছেদ করল। এটা B-কে যুক্ত করে সরলরেখা টানি। ফলে, $\angle ABO = \angle CBO$ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৩.৫)।



চিত্র ৯.৩.৫ কোণের সমদ্বিখণ্ডক

➢ **কোণকে সমত্রিখণ্ডিতকরণ পদ্ধতি**

ধরি, ABC কোণকে সমত্রিখণ্ডিত করতে হবে। প্রথমে, চিত্র ৯.৩.৫ এর নিয়মে এই কোণটিকে BO রেখা দ্বারা সমদ্বিখণ্ডিত করি। এটা বৃত্ত-চাপ DE কে F বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, D, E কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে এর মধ্য-বিন্দু G-কে কেন্দ্র ও GD-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে DE-এর উপর একটি অর্ধবৃত্ত অংকন করি। এটা BO রেখাকে H বিন্দুতে ছেদ করল। এই অর্ধবৃত্তটিকে এবার J ও K বিন্দুর সাহায্যে সমান তিনটি অংশে বিভক্ত করি এবং DH-এর সমান করে FL কেটে লই। এখন, J, L ও K, L কে যুক্ত করে সরলরেখা টানি। এরা DFE বৃত্ত-চাপটিকে যথাক্রমে M ও N বিন্দতে ছেদ করল। B, M ও B,N-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, এ রেখা দুইটি প্রদত্ত ABC কোণটিকে সমত্রিখণ্ডিত করল। অর্থাৎ $\angle ABM = \angle MBN = \angle NBC = \frac{1}{3}\angle ABC$ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৩.৬)।



চিত্র ৯.৩.৬ কোণের সমত্রিখণ্ডিক

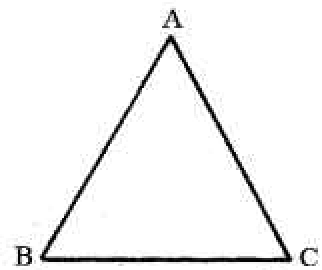
৯.৪ ত্রিভুজ অংকন (Triangle Drawing)

তিনটি সরলরেখা দ্বারা সীমাবদ্ধ সমতল ক্ষেত্রকে ত্রিভুজ বলে। একটি ত্রিভুজের তিনটি বাহু ও তিনটি কোণ থাকে। চিত্র ৯.৪.১ এ ABC একটি ত্রিভুজ।

ত্রিভুজ প্রধানত দুই প্রকার : যথা- ১) বাহু ভেদে ত্রিভুজ ২) কোণ ভেদে ত্রিভুজ। বাহু ভেদে ত্রিভুজ তিন প্রকার **:** যথা- ১) সমবাহু ত্রিভুজ ২) সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ ৩) বিষম বাহু ত্রিভুজ। কোণ ভেদে ত্রিভুজ তিন প্রকার **:** যথা- ১) সমকোণী ত্রিভুজ ২) স্থূলকোণী ত্রিভুজ৩) সুক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ

▶ **সমবাহু ত্রিভুজ (Equialateral Triangle)**

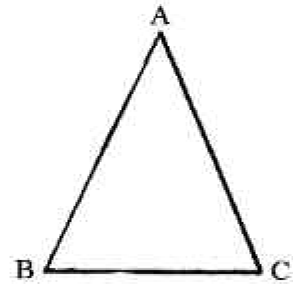
যে ত্রিভুজের তিনটি বাহু ও কোণ সমান, তাকে সমবাহু ত্রিভুজ বলে। সমবাহু চিত্র ৯.৪.১ সমবাহু ত্রিভুজ ত্রিভুজের প্রত্যেকটি কোণের পরিমাণ 60°। চিত্র ৯.৪.১ এ ABC একটি সমবাহু ত্রিভুজ।



চিত্র ৯.৪.১ সমবাহু ত্রিভূজ

▶ **সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ (Isosceles Triangle)**

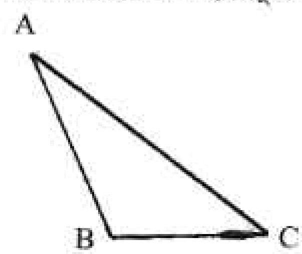
যে ত্রিভুজের দুইটি বাহু ও দুইটি কোণ সমান, তাকে সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ বলে। চিত্র ৯.৪.২ এ ABC একটি সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ।



চিত্র ৯.৪.২ সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ

▶ **বিষম বাহু ত্রিভুজ (Scalene Triangle)**

যে ত্রিভুজের তিনটি বাহু ও তিনটি কোণ পরস্পর অসমান, তাকে বিষম বাহু ত্রিভুজ বলে। চিত্র ৯.৪.৩ এ **ABC** একটি বিষম বাহু ত্রিভুজ।

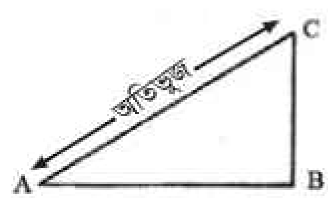


চিত্র ৯.৪.৩ বিষম বাহু ত্রিভুজ

▶ **সমকোণী ত্রিভুজ (Right Angle Triangle)**

যে ত্রিভুজের একটি কোণ এক সমকোণ বা 90° তাকে সমকোণী ত্রিভুজ বলে। চিত্র ৯.৪.৪ এ **ABC** একটি সমকোণী ত্রিভুজ। ত্রিভুজের $\angle$**ABC** কোণ সমকোণ।

প্রয়োগ ঃ সেট-স্কয়ারের একটি সমকোণী ত্রিভুজ।



চিত্র ৯.৪.৪ সমকোণী ত্রিভুজ

▶ **অতিভুজ (Hyprotriuse):** সমকোণী ত্রিভুজের সমকোণের বিপরীত বাহুকে অতিভুজ বলে। চিত্র ৯.৪.৪ এ **ABC** একটি সমকোণী ত্রিভুজে **AC** বাহু অতিভুজ।

সমকোণী ত্রিভুজের বৈশিষ্ট্য সমূহ :

১) এর একটি কোণ এক সমকোণ বা 90°

২) এর অতিভুজের বর্গ = অপর দুই বাহুর বর্গের সমষ্টির সমান।

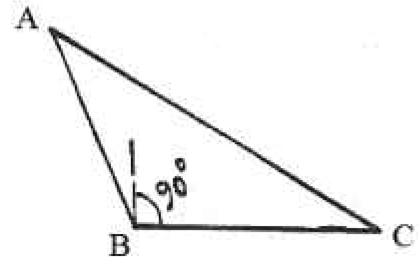
৩) এর ভূমির বর্গ =(অতিভুজের বর্গ - লম্বের বর্গ)।

৪) এর লম্বের বর্গ =(অতিভুজের বর্গ - ভূমির বর্গ)।

২০২৫

► স্থূলকোণী ত্রিভুজ (Obtux Angle Triangle)

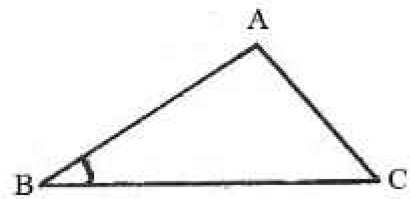
যে ত্রিভুজের একটি কোণ স্থূলকোণ অর্থাৎ যে ত্রিভুজের একটি কোণ ৯০° অপেক্ষা বড় । তাকে স্থূলকোণী ত্রিভুজ বলে। এ ত্রিভুজে ∠ABC কোণ ৯০° অপেক্ষা বড়। এ ABC একটি স্থূলকোণী ত্রিভুজ (চিত্র ৯.৪.৫)।



চিত্র ৯.৪.৫ স্থূলকোণী ত্রিভুজ

► সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ (Acute Angle Triangle)

যে ত্রিভুজের একটি কোণ সূক্ষ্মকোণ অর্থাৎ যে ত্রিভুজের একটি কোণ ৯০° অপেক্ষা ছোট। তাকে **সূক্ষ্মকোণী** ত্রিভূজ বলে। এ ত্রিভুজে ∠ABC কোণ ৯০° অপেক্ষা ছোট। চিত্র ৯.৪.৬ এ ABC একটি সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ ।

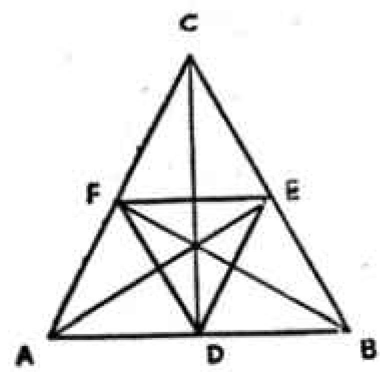


চিত্র ৯.৪.৬ সূক্ষ্মকোণী ত্রিভুজ

► ত্রিভূজ অংকন (Triangle)

► সমবাহু ত্রিভুজের ভিতরের বাহু তিনটিকে স্পর্শ করিয়া সমবাহু ত্রিভুজ অংকন

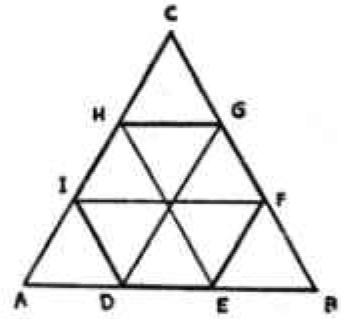
প্রথমে প্রদত্ত সমবাহু ত্রিভুজ ABC এর কোণ তিনটিকে সমদ্বিখণ্ডিত করি। সমদ্বিখণ্ডক বাহু তিনটিকে D, E ও F বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, D-E, E-F, F-D সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, DEF অঙ্কনীয় ত্রিভুজ হলো (চিত্র ৯.৪.৭)।



চিত্র ৯.৪.৭ সমবাহু ভিতরের সমবাহু ত্রিভুজ

► সমবাহু ত্রিভুজের ভিতরে সুষম ষড়ভুজ অংকন পদ্ধতি

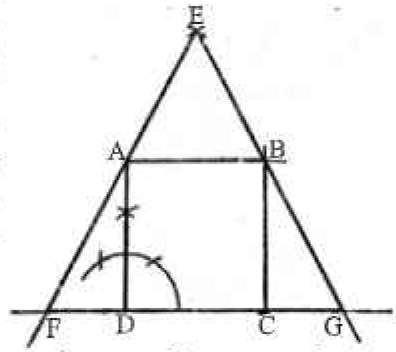
প্রথমে, প্রদত্ত সমবাহু ত্রিভুজ ABC এর বাহু তিনটিকে সমত্রিখণ্ডিত (Trisect) করি। ছেদ-বিন্দু যথাক্রমে D,E,F,G,H,I অংকিত হলো। পরে, E-F, G-H, I-D কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, DEFGHI অংকনীয় ষড়ভুজ হলো (চিত্র ৯.৪.৮)।



চিত্র ৯.৪.৮ সমবাহু ত্রিভুজের ভিতরে সুষম ষড়ভুজ

► **বর্গক্ষেত্রকে স্পর্শ করিয়া বাহিরে সমবাহু ত্রিভুজ অংকন পদ্ধতি**

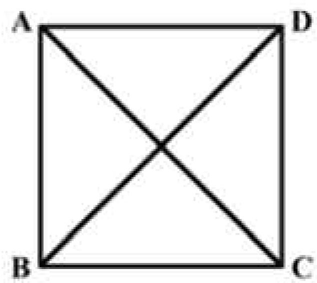
প্রথমে, প্রদত্ত বর্গক্ষেত্র ABCD এর কোণ-বিন্দু A ও B কে কেন্দ্র এবং বাহু AB কে ব্যাসার্ধ নিয়ে উপরের দিকে দুইটি বৃত্ত চাপ অংকন করি। এরা পরস্পরকে E বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, E, A এবং E, B-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে নিচের দিকে বর্ধিত করি। DC কেও বাম ও ডান দিকে বর্ধিত করি। এ বর্ধিত রেখাগুলো পরস্পর F ও G বিন্দুতে পরস্পরকে F ও G ছেদ করল। ফলে, EFG অংকনীয় সমবাহু ত্রিভুজ হলো (চিত্র ৯.৪.৯)।



চিত্র ৯.৪.৯ বর্গক্ষেত্রের বাহিরে সমবাহু ত্রিভুজ

৯.৫ চতুর্ভুজ অংকন (Quadrilateral Drawing)

চারটি সরলরেখা দ্বারা সীমাবদ্ধ সমতল ক্ষেত্রকে চতুর্ভুজ বলে।
অথবা চার বাহু বিশিষ্ট আবদ্ধ বহুভুজকে চতুর্ভুজ বলে। চিত্র ৯.৫.১ এ ABCD একটি চতুর্ভুজ।



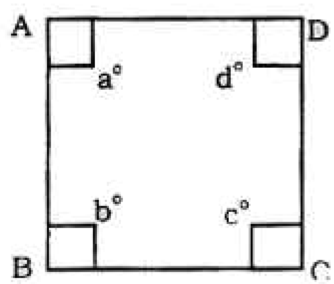
চিত্র ৯.৫.১ চতুর্ভুজ

◈ **কর্ণ (Diagonal)**

চতুর্ভুজের বিপরীত কৌণিক বিন্দুদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখাকে কর্ণ বলে। একটি চতুর্ভুজের দুইটি কর্ণ আঁকা যায়। চিত্র ৯.৫.১ এ AC ও BD দুইটি কর্ণ।

◈ **বর্গক্ষেত্র (Squair)**

যে চতুর্ভুজের চারটি বাহুর পরস্পর সমান এবং কোণগুলো প্রত্যেকটি সমকোণ, তাকে বর্গক্ষেত্র বলে। চিত্র ৯.৫.২ এ ABCD একটি বর্গক্ষেত্র।



চিত্র ৯.৫.২ বর্গক্ষেত্র

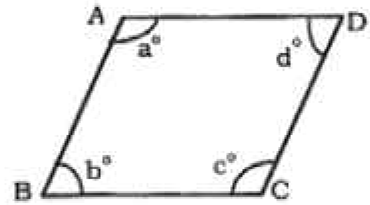
◈ **বর্গের বৈশিষ্ট্যসমূহ**

১) এর চারটি বাহু পরস্পর সমান।
২) এর প্রত্যেকটি কোণ সমকোণ ।
৩) এর কর্ণ দুইটি পরস্পর সমান।
৪) এর চার কোণের সমষ্টি $360°$।
৫) এর কোণগুলো সমকোণ না হলে রম্বস হয়।
৬) এর ক্ষেত্রফল = বাহু × বাহু।
৭) এর পরিসীমা = 4 × এক বাহুর দৈর্ঘ্য।
৮) এর অপর নাম সুষম চতুর্ভুজ।
৯) এর কর্ণ দুইটি পরস্পরকে সমদ্বিখন্ডিত করে।
১০) এর দুই জোড়া বাহু সমান্তরাল।

২০১৫

◈ রম্বস (Rahombus)

যে চতুর্ভুজের বিপরীত বাহুগুলো সমান্তরাল, চারটি বাহুর দৈর্ঘ্য প্রত্যেকটি সমান এবং বিপরীত কোণদ্বয় ও সমান, তাকে রম্বস বলে। চিত্র ৯.৫.৩ এ ABCD একটি রম্বস।



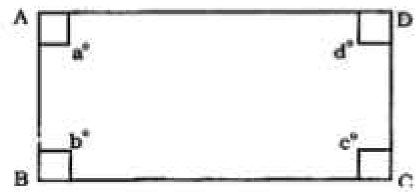
চিত্র ৯.৫.৩ রম্বস

রম্বসের বৈশিষ্ট্যসমূহ

১) এর চারটি বাহু পরস্পর সমান ।
২) এর কোণ একটিও সমকোণ নয়।
৩) এর কর্ণ দুইটি পরস্পর অসমান।
৪) এর চার কোণের সমষ্টি 360° ।
৫) এর কর্ণ দুইটি সমান হলে বর্গ হয়।
৬) এর পরিসীমা = 4 × এক বাহুর দৈর্ঘ্য।
৭) এর ক্ষেত্রফল = 2 কর্ণের গুণফলের অর্ধেক।
৮) এর কর্ণ দুইটি পরস্পরকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।
৯) এর বিপরীত কোণদ্বয় পরস্পর সমান।
১০) এর দুই জোড়া বাহু সমান্তরাল।

◈ আয়তক্ষেত্র (Rectangle)

যে চতুর্ভুজের বিপরীত বাহুদ্বয় পরস্পর সমান ও সমন্তরাল এবং চারটি কোণ সমকোণ থাকে, তাকে আয়তক্ষেত্র বলে। চিত্র ৯.৫.৪ এ ABCD একটি আয়তক্ষেত্র।



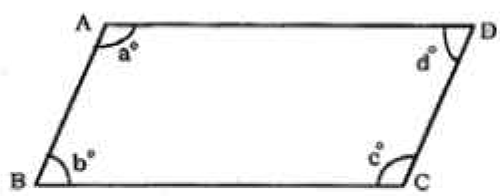
চিত্র ৯.৫.৪ আয়তক্ষেত্র

◈ আয়তক্ষেত্রের বৈশিষ্ট্যসমূহ

১) এর বিপরীত বাহুযুগল পরস্পর সমান।
২) এর প্রত্যেকটি কোণ সমকোণ।
৩) এর কর্ণ দুইটি পরস্পর সমান।
৪) এর চারটি কোণের সমষ্টি 360°।
৫) এর ক্ষেত্রফল = দৈর্ঘ্য × প্রস্থ ।
৬) এর পরিসীমা = ২ (দৈর্ঘ্য + প্রস্থ)।
৭) এর দুইটি কর্ণ অসমান হলে সামন্তরিক হয়।
৮) এর কর্ণ পরস্পরকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।
৯) এর দুই জোড়া বাহু পরস্পর সমান্তরাল।

◈ সামন্তরিক (Parallelogram)

যে চতুর্ভুজের বিপরীত বাহুদ্বয় পরস্পর সমান ও সমান্তরাল এবং বিপরীত কোণদ্বয় সমান থাকে, তাকে সামন্তরিক বলে। চিত্র ৯.৫.৫ এ ABCD একটি সামন্তরিক।



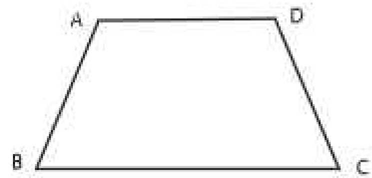
চিত্র ৯.৫.৫ সামন্তরিক

◈ সামন্তরিকের বৈশিষ্ট্যসমূহ

১) এর বিপরীত বাহুযুগল পরস্পর সমান।
২) এর একটি কোণও সমকোণ নয়।
৩) এর চার কোণের সমষ্টি 360°।
৪) এর ক্ষেত্রফল = ভূমি × উচ্চতা।
৫) এর পরিসীমা = 2 (ভূমি × উচ্চতা)
৬) এর কর্ণ দুইটি অসমান হলে আয়তক্ষেত্র হয়।
৭) এর দুই জোড়া বাহু সমান্তরাল ।
৮) এর কর্ণ পরস্পর পরস্পরকে দ্বিখণ্ডিত করে।

ট্রাপিজিয়াম (Trapizium)

যে চতুর্ভুজের কেবল বিপরীত দুইটি বাহু সমান্তরাল এবং অন্য দুইটি বাহু সমান্তরাল নয়, তাকে ট্রাপিজিয়াম বলে। চিত্র ৯.৫.৬ এ ABCD একটি ট্রাপিজিয়াম।



চিত্র ৯.৫.৬ ট্রাপিজিয়াম

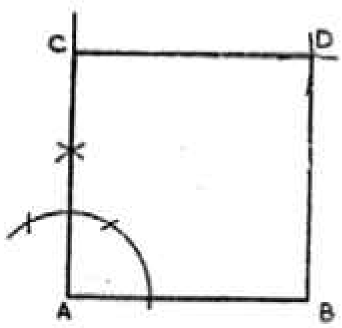
ট্রাপিজিয়ামের বৈশিষ্ট্যসমূহ

১) এর চার কোণের সমষ্টি 360° ।
২) এর দুইটি তির্যক বাহু থাকে ।
৩) এর এক জোড়া বাহু পরস্পর সমান্তরাল।
৪) এর তির্যক বাহু দুইটি পরস্পর সমান হলে একে সমদ্বিবাহু ট্রাপিজিয়াম বলা হয় ।
৫) এর পরিসীমা = 4 বাহুর যোগফল।
৬) এর ক্ষেত্রফল = সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের সমষ্টি×উচ্চতা।
৭) এর প্রত্যেকটি কোণ অনির্দিষ্ট।

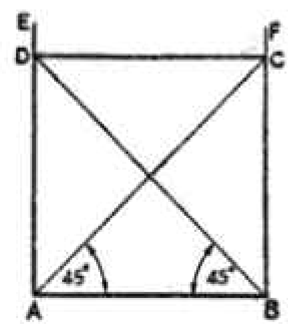
চতুর্ভুজ অংকন :

নির্দিষ্ট সরলরেখাকে ভূমিরূপে বর্গক্ষেত্র অঙ্কন

ক) প্রথমে, নির্দিষ্ট সরলরেখা AB-এর A বিন্দুতে একটি লম্ব টানি এবং এর উপর AB এর সমান করে AC দৈর্ঘ্য লই। পরে যথাক্রমে B ও C-কে কেন্দ্র এবং AB-এর দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এরা পরস্পরকে D বিন্দুতে ছেদ করল। C.D-কে এবং D.B-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ABDC বর্গক্ষেত্র অংকিত হলো (চিত্র ৯.৫.৭)।



চিত্র ৯.৫.৭ বর্গক্ষেত্র



চিত্র ৯.৫.৮ বর্গক্ষেত্র

খ) বিকল্প প্রণালি: সেট-স্কয়ার এবং টি-স্কয়ারের সাহায্যে বর্গক্ষেত্র অংকন -

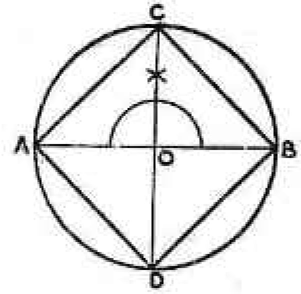
প্রথমে, টি-স্কয়ারের সাথে সেট-স্কয়ারকে মিলিয়ে প্রদত্ত AB রেখার দুই প্রান্তে যথাক্রমে AE ও BF দুইটি লম্ব টানি। পরে, 45° সেট-স্কয়ারের সাহায্যে এই A ও B-তে 45° কোণে, সরলরেখা টেনে BF-কে C বিন্দুতে এবং AE-কে D বিন্দুতে ছেদ করাই। D.C-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ABCD বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৫.৮)।

২০২৫

◈ **বৃত্তের ভিতরে ও বাহিরে চতুর্ভুজ অংকন**

◈ **বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে বর্গক্ষেত্র অঙ্কন পদ্ধতি**

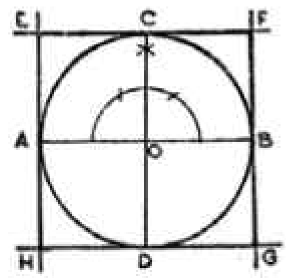
প্রথমে, বৃত্তটির কেন্দ্র O বিন্দুতে পরস্পরকে এক সমকোণে ছেদ করিয়ে এবং AB এবং CD দুইটি ব্যাস-রেখা টানি। পরে A-C, C-B, B-D এবং D-A-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ACBD বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৫.৯)।



চিত্র ৯.৫.৯ বৃত্তের ভিতরে বর্গক্ষেত্র

◈ **বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করিয়ে বাহিরে বর্গক্ষেত্র অঙ্কন**

প্রথমে, বৃত্তটির কেন্দ্র O বিন্দুতে পরস্পরকে এক সমকোণে ছেদ করে AB ও CD দুইটি ব্যাস-রেখা টানি। পরে, যথাক্রমে, C ও D বিন্দুর মধ্য দিয়ে AB-এর সমান্তরালরূপে এবং A ও B বিন্দুর মধ্য দিয়ে CD-এর সমান্তরালরূপে চারটি সরলরেখা টানি। এই রেখা কয়টি পরস্পরকে E,F,G,H বিন্দুতে ছেদ করলো। ফলে, E,F,G,H বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৫.১০)।

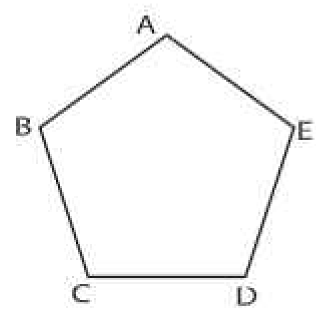


চিত্র ৯.৫.১০ বৃত্তের বাহিরে বর্গক্ষেত্র

৯.৬ বহুভুজ অংকন (সুষম পঞ্চভুজ - Regular Pentagon)

পাঁচটি সমান সরলরেখা দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে সুষম পঞ্চভুজ বলে। **কোণের পরিমাণ নির্ণয় করার সূত্র :** **[2×X - 4] × 90°÷ 5 = 108°**। এখানে X = বাহুর সংখ্যা । এর প্রত্যেকটি কোণের পরিমাণ 108°। চিত্র ৯.৬.১ এ ABCDE একটি সুষম পঞ্চভুজ।

প্রয়োগ : রিভলভিং হুইল চেয়ার এর হুইল সুষম পঞ্চভুজ আকৃতিতে বসানো হয়। বিল্ডিং এর কলাম সুষম পঞ্চভুজ আকৃতিতে তৈরি করা হয়। আর্কিটেক্ট ডিজাইনে সুষম পঞ্চভুজ ব্যবহৃত হয় ।



চিত্র ৯.৬.১ সুষম পঞ্চভুজ

★ **সুষম ষড়ভুজ (Regular Hexagon)**

যে বহুভুজের ছয়টি বাহু ও কোণ পরস্পর সমান, তাকে সুষম ষড়ভুজ বলে। এর প্রত্যেকটি কোণের পরিমাণ **120°**। চিত্র ৯.৬.২ এ ABCDEF একটি সুষম ষড়ভুজ ।

কোণের পরিমাণ নির্ণয় করার সূত্র : [2×X - 4] × 90°÷ 6 = 120°। এখানে X = বাহুর সংখ্যা। এর প্রত্যেকটি কোণের পরিমাণ 120°। প্রয়োগ : হেক্সাগোনাল নাট ও বোল্টের মাথা সুষম ষড়ভুজ আকৃতিতে তৈরি হয় । বিল্ডিং এর কলাম সুষম ষড়ভুজ আকৃতির হয়। আর্কিটেক্ট ডিজাইনে ও মেকানিক্যাল যন্ত্রাংশে নাট ও বোল্টের হেড তৈরিতে সুষম ষড়ভুজ ব্যবহৃত হয় সুষম ষড়ভুজ ব্যবহৃত হয়।



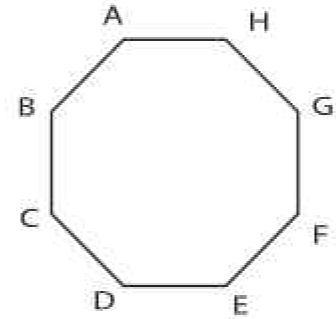
চিত্র ৯.৬.২ সুষম ষড়ভুজ

২০২৫

★ সুষম অষ্টভুজ (Regular Octagon)

যে বহুভুজের ৮টি বাহু ও ৮টি কোণ সমান, তাকে সুষম অষ্টভুজ বলে। অথবা আটটি সমান সরলরেখা দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে সুষম অষ্টভুজ বলে। এর প্রত্যেকটি কোণের পরিমাণ 135°। চিত্র ৯.৬.৩ এ ABCDEFGH একটি সুষম অষ্টভুজ।

প্রয়োগ: বিল্ডিং এর কলাম ও মসজিদের কলাম সুষম অষ্টভুজ আকৃতিতে তৈরি হয়। আর্কিটেক্ট ডিজাইনে সুষম অষ্টভুজ ব্যবহৃত হয়।

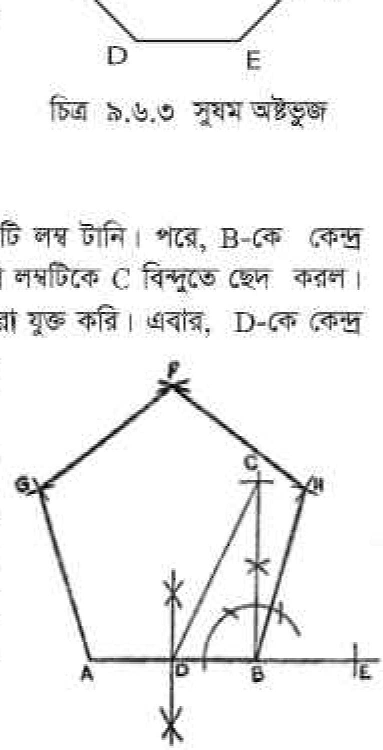


চিত্র ৯.৬.৩ সুষম অষ্টভুজ

★ বহুভুজ অংকন

★ নির্দিষ্ট সরলরেখাকে ভূমিরূপে সুষম পঞ্চভুজ অঙ্কন

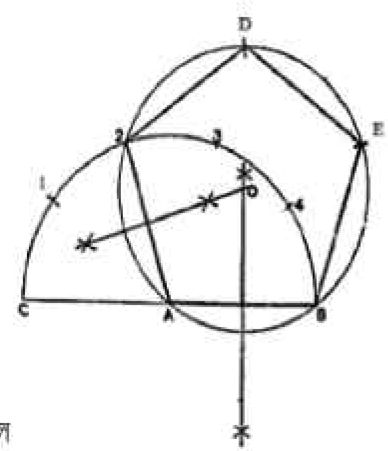
ক) প্রথমে, নির্দিষ্ট সরলরেখা AB-এর B-বিন্দুতে একটি লম্ব টানি। পরে, B-কে কেন্দ্র এবং AB-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। এটা লম্বটিকে C বিন্দুতে ছেদ করল। AB-কে D বিন্দুতে সমদ্বিখণ্ডিত করে D,C -কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। এবার, D-কে কেন্দ্র এবং DC-কে নিয়ে ব্যাসার্ধ একটি বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। এই চাপ বর্ধিত AB-কে E বিন্দুতে ছেদ করল। এখন যথাক্রমে A ও B-কে কেন্দ্র এবং AE-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। এই চাপ দুইটি পরস্পরকে F বিন্দুতে ছেদ করল। পুনরায়, A, B ও F-কে কেন্দ্র এবং AB দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে চারটি বৃত্ত- চাপ অংকন করি। এই চাপ কয়টি পরস্পরকে G ও H বিন্দুতে ছেদ করল। A-G, G-F, F- H এবং A-B-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ABHFG পঞ্চভুজ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৬.৪)।



চিত্র ৯.৬.৪ পঞ্চভুজ

★ নির্দিষ্ট সরলরেখাকে ভূমিরূপে সুষম বহুভুজ অঙ্কন

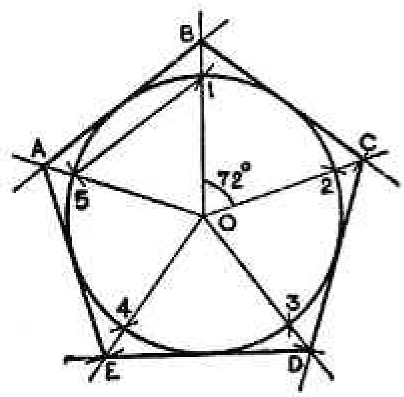
প্রথমে, প্রদত্ত AB-রেখাকে C পর্যন্ত এমনভাবে বর্ধিত করি যেন CA = AB হয়। এখন, A-কে কেন্দ্র এবং AB-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে CB এর উপর একটি অর্ধ-বৃত্ত অংকন করি এবং অর্ধ-বৃত্তকে সমান পাঁচটি ভাগে ভাগ করি। (যেহেতু এটি পঞ্চভুজ)। বিভাগ-বিন্দু কয়টিতে C হতে আরম্ভ করে,**1, 2, 3, 4** ইত্যাদি অঙ্ক-চিহ্ন দিই। এবং 2, A-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। এবং 2, A, B এই বিন্দু তিনটির মধ্য দিয়ে চিত্র ৯.৬.৫ এর পদ্ধতিতে একটি বৃত্ত অংকন করি। এখন, 2 ও B-কে কেন্দ্র এবং AB সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে অঙ্কিত বৃত্ত-চাপ দ্বারা একে ছেদ করাই এবং ছেদ-বিন্দু দুইটিকে ক্রমান্বয়ে সরল রেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে,বহুভুজ বা পঞ্চভুজ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৬.৫)।



চিত্র ৯.৬.৫ সুষম বহুভুজ

★ **বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করিয়ে বাইরে সুষম পঞ্চভুজ অঙ্কন**

প্রথমে, প্রোট্রাকটরের (চাঁদা) সাহায্যে বৃত্তটির কেন্দ্র O-তে 72° কোণ অংকন করে অথবা পুনঃপুনঃ চেষ্টা দ্বারা বৃত্তের পরিধিকে পাঁচটি সমান অংশে বিভক্ত করি এবং এই বিভাগগুলোকে **1,2,3,4,5** অঙ্ক দ্বারা চিহ্নিত করি। পরে, O হতে এই অঙ্ক-চিহ্নিত বিন্দুগুলোর মধ্য দিয়ে সরলরেখা টানি এবং এদেরকে বর্ধিত করি। এখন, **5,1**-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে এর সমান্তরাল এবং বৃত্তের স্পর্শকরূপে একটি সরলরেখা টানি। এটি বর্ধিত **O5** এবং **O1** রেখাকে যথাক্রমে A এবং B বিন্দুতে ছেদ করল। এখন, B-কে কেন্দ্র এবং BA-এর সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এটি বর্ধিত **O2** রেখাকে C বিন্দুতে ছেদ করলো। B,C-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। এটি বৃত্তটির স্পর্শক অঙ্কিত হলো। এভাবে, C ও A-কে কেন্দ্র এবং ঐ একই ব্যাসার্ধ নিয়ে আরও দুইটি বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। এটি বর্ধিত **O3** এবং **O4** রেখাকে যাথাক্রমে D এবং E বিন্দুতে ছেদ করলো। C-D, E-D এবং A-E কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ABCDE সুষম পঞ্চভুজ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৬.৬)।

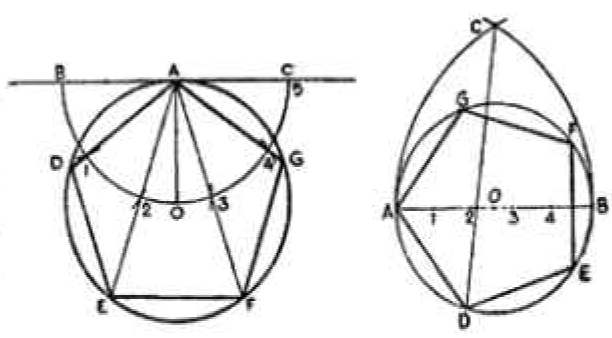


চিত্র ৯.৬.৬ সুষম পঞ্চভুজ

★ **বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে সুষম বহুভুজ অঙ্কন**

প্রথমে, বৃত্তটির কেন্দ্র O থেকে OA একটি লম্ব ব্যাসার্ধ টানি। পরে, A-তে OA-এর সাথে এক সমকোণে (অর্থাৎ A-থেকে বৃত্তটির স্পর্শকরূপে) BC একটি সরলরেখা অংকন করি। এখন, A-কে কেন্দ্র এবং AO-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি অর্ধ-বৃত্ত অঙ্কন করি। এই অর্ধ-বৃত্তটি BC রেখাকে B ও C বিন্দুতে ছেদ করল। এখন, বহুভুজটিকে যে কয়টি বাহু বিশিষ্ট রূপে অংকন করতে হবে, অর্ধ-বৃত্তটিকে ঐ কয়টি বাহুর সমান অংশে বিভক্ত করি। ধরি, এক্ষেত্রে বহুভুজটিকে পঞ্চভুজ রূপে অংকন করা হবে। সুতরাং বারবার চেষ্টা করে (By Trial) অথবা A-তে $180^\circ \div 5 = 36^\circ$ মাপের কোণ উৎপন্ন করে অর্ধ-বৃত্তটিকে সমান পাঁচটি অংশে বিভক্ত করি। বিভাগ চিহ্নগুলোকে 1,2,3,4,5 অঙ্ক দিয়ে চিহ্নিত করে এবং A থেকে এ চিহ্নগুলোর প্রত্যেকটির মধ্য দিয়ে বৃত্তের পরিধি পর্যন্ত সরলরেখা টানি।

মনে করি, এরা পরিধিকে D,E,F ও G বিন্দুতে ছেদ করল। এখন, A-D, D-E, E-F, F-G এবং G-A-কে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করি। ফলে, ADEFG (এক্ষেত্রে পঞ্চভুজ) অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৬.৭)। অর্ধ-বৃত্ত অঙ্কন না করে 360°-কে ভুজ সংখ্যা দিয়ে ভাগ করলে যত হয় ঐ পরিমাণ কোণ কেন্দ্রে অংকন করেও বহুভুজ অংকন করা যেতে পারে (চিত্র ৯.৬.৮)।



চিত্র ৯.৬.৭ ও চিত্র ৯.৬.৮ বৃত্তের ভিতরে সুষম বহুভুজ অংকন

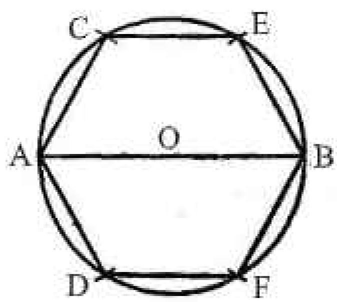
২০২৫

★ বিকল্প পদ্ধতি

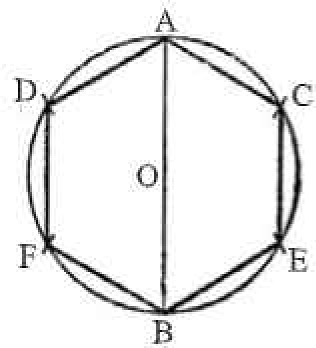
মনে করি, বৃত্তটির কেন্দ্র O এবং এর ব্যাস AB। প্রথমে, এই AB-কে বহুভুজের বাহুর সমান সংখ্যক অংশে বিভক্ত করি। এখানে, পঞ্চভুজ অংকন করা হবে বলে AB- কে পাঁচটি সমান অংশে বিভক্ত করি এবং অংক-চিহ্ন দিই। পরে, যথাক্রমে A ও B-কে কেন্দ্র এবং AB-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্তাংশ অংকন করি। এরা পরস্পরকে C বিন্দুতে ছেদ করলো। এবার, C বিন্দু হতে AB-এর উপরিস্থ দ্বিতীয় বিভাগ-বিন্দুর মধ্য দিয়ে (বহুভুজটিকে যত সংখ্যক বাহু বিশিষ্ট করি না কেনো) সরলরেখা টেনে বৃত্তের পরিধিকে D বিন্দুতে ছেদ করাই। A, D-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। এখন, D হতে আরম্ভ করে AD দৈর্ঘ্য নিয়ে বৃত্তটির উপর E, F, G বিন্দুর মাধ্যমে (এখানে পঞ্চভুজ বলে) তিনবার কেটে লই। A-D, D-E, E-F, F-G ও G-A-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ADEFG বহুভুজ বা পঞ্চভুজ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৬.৮)।

★ বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে সুষম ষড়্ভুজ অঙ্কন পদ্ধতি

প্রথমে, কেন্দ্র O-এর মধ্য দিয়ে AB একটি ব্যাস-রেখা টানি। ষড়্ভুজের দুইটি বিপরীত বাহুকে অনুভূমিক ভাবে রাখতে হলে, AB-কে অনুভূমিক (চিত্র ৯.৬.৯) এবং এদেরকে লম্বভাবে রাখতে হলে AB-কে লম্বভাবে (চিত্র ৯.৬.১০) লই। পরে, চিত্র ৯.৬.৯ এ লিখিত পদ্ধতি অনুসরণ করে ষড়্ভুজটি অংকন করি।



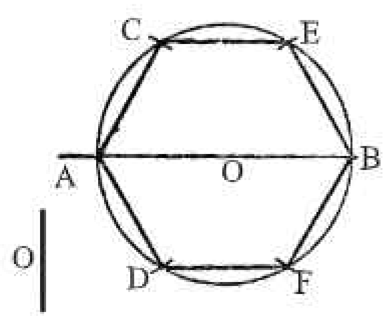
চিত্র ৯.৬.৯ বৃত্তের ভিতরে সুষম ষড়্ভুজ



চিত্র ৯.৬.১০ বৃত্তের ভিতরে সুষম ষড়্ভুজ

★ নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের বাহু বিশিষ্ট সুষম ষড়্ভুজ অঙ্কন

প্রথমে, একটি সরলরেখা টেনে এর উপর O একটি বিন্দু লই। পরে, O-কে কেন্দ্র এবং প্রদত্ত বাহুর দৈর্ঘ্য 'a' কে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অঙ্কন করি। এটি সরলরেখাটিকে A ও B বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, যথাক্রমে A ও B-কে কেন্দ্র এবং ঐ 'a'কেই ব্যাসার্ধ নিয়ে AB এর উপরের এবং নিচের দিকে বৃত্তটিকে যথাক্রমে C, D, E, F বিন্দুতে ছেদ করিয়ে চারটি বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। এখন, A-C, C-E, E-B, B-F, F-D এবং D-A কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ADFBEC ষড়্ভুজ অংকিত হলো (চিত্র ৯.৬.১১)।

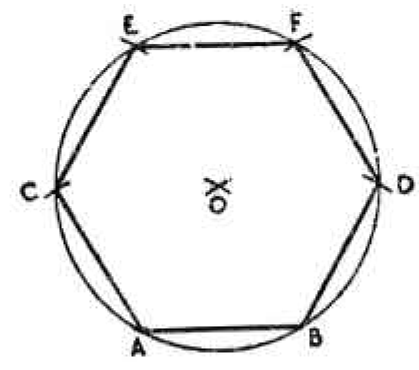


চিত্র ৯.৬.১১ সুষম ষড়্ভুজ

২০২৫

★ নির্দিষ্ট সরলরেখাকে ভূমিরূপে সুষম ষড়ভুজ অঙ্কন

প্রথমে, নির্দিষ্ট সরলরেখা AB ও এর A ও B-কে কেন্দ্র এবং AB-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এরা পরস্পরকে O বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, এই O-কে কেন্দ্র এবং AB-এর সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি। পুনরায়, যথাক্রমে A ও B-কে কেন্দ্র এবং ঐ AB-এর সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এই চাপ দুইটি বৃত্তটিকে যথাক্রমে C ও D বিন্দুতে ছেদ করল। এবার, যথাক্রমে C ও D কে কেন্দ্র এবং ঐ AB-এর সমান দৈর্ঘ্যকেই ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এরা বৃত্তটিকে E ও F বিন্দুতে ছেদ করল। এখন, A-C, C-E, E-F, F-D এবং D-B কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ABDFEC ষড়ভুজ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৬.১২)।

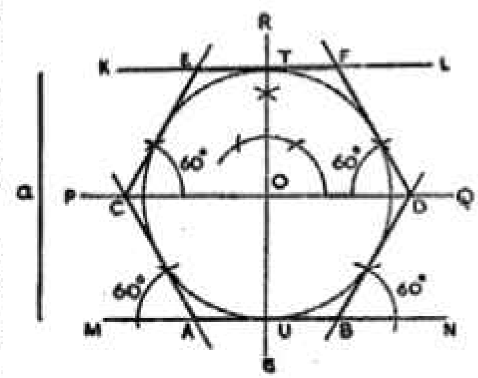


চিত্র ৯.৬.১২ সুষম ষড়ভুজ

★ দুইটি বিপরীত বাহুর দূরত্ব মাপ দেওয়া থাকলে, তাদের দ্বারা সুষম ষড়ভুজ অঙ্কন

প্রথম, পরস্পরকে এক সমকোণে এবং O বিন্দুতে ছেদ করিয়ে PQ এবং RS দুইটি সরলরেখা টানি। পরে, O-কে কেন্দ্র এবং প্রদত্ত দুইটি বিপরীত বাহুর দূরত্ব অর্থাৎ 'a' এর অর্ধকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি। এ বৃত্তটি RS রেখাকে T ও U বিন্দুতে ছেদ করল। T ও U এর মধ্য দিয়ে এবং PQ-এর সমান্তরালরূপে যথাক্রমে RL এবং MN দুইটি সরলরেখা টানি। এবার, RS রেখার উভয় দিকে MN রেখার সাথে 60° কোণে অথবা বৃত্তটির স্পর্শকরূপে দুইটি সরলরেখা টানি। এ রেখা দুইটি MN রেখাকে চিত্র যথাক্রমে A ও B বিন্দুতে এবং PQ রেখাকে C ও D বিন্দুতে ছেদ করল।

এখন, PQ-এর উপরিস্থ C এবং D বিন্দুতে CD রেখার সাথে 60° কোণে অথবা বৃত্তটির স্পর্শকরূপে দুইটি সরলরেখা টানি। এরা RL রেখাকে যথাক্রমে E ও F বিন্দুতে ছেদ করল। ফলে, CABDFE ষড়ভুজ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৬.১৩)।

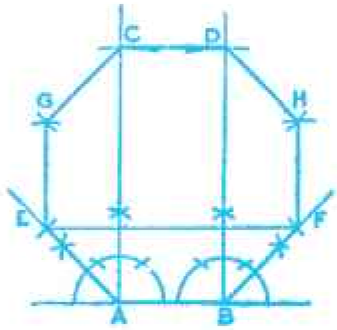


৯.৬.১৩ সুষম ষড়ভুজ

★ নির্দিষ্ট সরলরেখাকে ভূমিরূপে সুষম অষ্টভুজ অঙ্কন

প্রথমে, নির্দিষ্ট সরলরেখা AB-এর A ও B প্রান্ত-বিন্দুতে দুইটি লম্ব টানি। পরে, AB-কে উভয় দিকে বর্ধিত করিয়ে বাইরের দিকে সমকোণ দুইটিকে সমদ্বিখন্ডিত করে রেখা টানি। এখন, A ও B-কে কেন্দ্র এবং AB-এর সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। এই চাপ দুইটি পূর্বের দ্বিখণ্ডক রেখা দুইটিকে E ও F বিন্দুতে ছেদ করল। পুনরায়, A ও B-কে কেন্দ্র এবং EF-এর সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি।

এরা পূর্বোক্ত লম্ব দুইটিকে C ও D বিন্দুতে ছেদ করল। C, D-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। এবার, যথাক্রমে C ও E এবং D ও F-কে কেন্দ্র এবং AB এর সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এরা পরস্পরকে G ও H বিন্দুতে ছেদ করল। C-G, G-E, D-H এবং H-F-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে, ABFHDCGE অষ্টভুজ অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৬.১৪)।



চিত্র ৯.৬.১৪ সুষম অষ্টভুজ

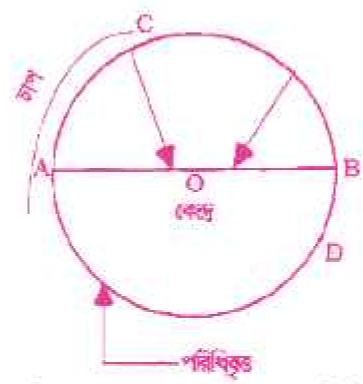
৯.৭ বৃত্ত অংকন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিতকরণ (Circle)

⊙ বৃত্ত (Circle)

কোনো সমতলে অবস্থিত একটি স্থির নির্দিষ্ট বিন্দু হতে সর্বদা সমান দুরে থেকে অন্য একটি বিন্দু একবার ঘুরে আসলে যে আবদ্ধ বক্ররেখা উৎপন্ন হয় তাকে বৃত্ত বলে। চিত্র ৯.৭.১ এ **O** কেন্দ্র বিশিষ্ট **ABC** একটি বৃত্ত।

⊙ কেন্দ্র (Centre)

কোনো সমতলে অবস্থিত একটি স্থির নির্দিষ্ট বিন্দু হতে সর্বদা সমান দূরে থেকে অন্য একটি বিন্দু একবার ঘুরে আসলে যে বক্ররেখা উৎপন্ন হয়, তাকে বৃত্ত বলে। ঐ স্থির নির্দিষ্ট বিন্দুটিকে বৃত্তের কেন্দ্র বলে। চিত্র ৯.৭.১ এ **ABC** বৃত্তে **O** এর কেন্দ্র।



চিত্র ৯.৭.১ বৃত্ত, কেন্দ্র ও পরিধি

⊙ পরিধি (Circumference)

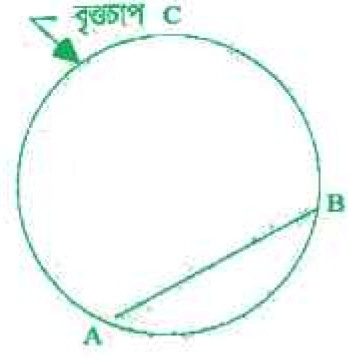
যে বক্ররেখা দ্বারা বৃত্ত সীমাবদ্ধ হয়, তাকে পরিধি বলে। অথবা এটা একটি বক্ররেখা যা বৃত্ত তৈরি করে এবং সাধারণত বৃত্তের চতুপার্শ্বের দূরত্বকেই বোঝায়। এর পরিধির ক্ষেত্রফল = $\pi \times D$,

এখানে $\pi = 3.14159$, D = বৃত্তের ব্যাস।

চিত্র ৯.৭.১ এ **ADBC** বৃত্তের পরিধি।

⊙ বৃত্ত চাপ (Arc)

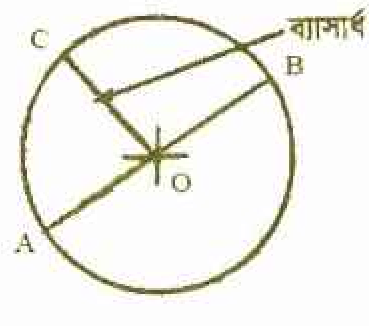
বৃত্তের পরিধির যে কোনো অংশকে বৃত্ত চাপ বলে। চিত্র ৯.৭.২ এ বৃত্তের **ABC** একটি বৃত্তচাপ।



চিত্র ৯.৭.২ বৃত্ত চাপ

⊙ ব্যাসার্ধ (Radius)

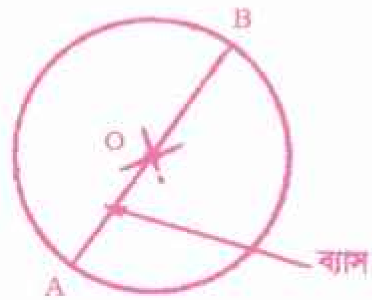
বৃত্তের কেন্দ্র হতে পরিধি পর্যন্ত অংকিত সরলরেখাকে ব্যাসার্ধ বলে। চিত্র ৯.৭.৩ এ **ABC** বৃত্তে **OC** এর ব্যাসার্ধ।



চিত্র ৯.৭.৩ ব্যাসার্ধ

⊙ ব্যাস (Diameter)

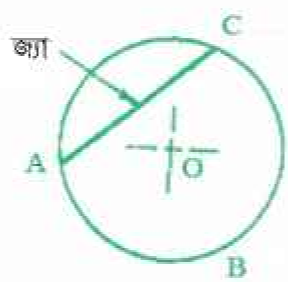
যে সরলরেখা বৃত্তের কেন্দ্র ভেদ করে উভয় দিকে পরিধি দ্বারা সীমাবদ্ধ হয়, তাকে ব্যাস বলে। অথবা কেন্দ্র ছেদকারী রেখা যার দুই প্রান্ত পরিধিকে স্পর্শ করে, তাকেই বৃত্তের ব্যাস বলে। চিত্র ৯.৭.৪ এ **O** কেন্দ্র বিশিষ্ট বৃত্তে **AB** এর ব্যাস।



চিত্র ৯.৭.৪ ব্যাস

⊙ জ্যা (Chord)

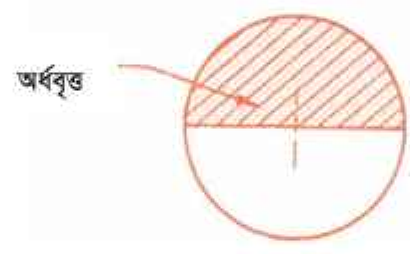
পরিধির যে কোনো দুই বিন্দুর সংযোজক সরলরেখাকে জ্যা বলে। অথবা বৃত্তের পরিধির যে কোনো দুই বিন্দুতে সংযুক্ত রেখা, কিন্তু কেন্দ্র ছেদ করে না এরূপ রেখাকে জ্যা বলে। চিত্র ৯.৭.৫ এ **ABC** বৃত্তে **AC** এর জ্যা।



চিত্র ৯.৭.৫ জ্যা

⊙ অর্ধবৃত্ত (Semi Circle)

ব্যাস দ্বারা বৃত্ত যে দুই সমান অংশে বিভক্ত হয়, এর প্রত্যেক অংশকে অর্ধ বৃত্ত বলে। চিত্র ৯.৭.৬ এ সেকশন লাইন দিয়ে অর্ধবৃত্ত দেখানো হলো।

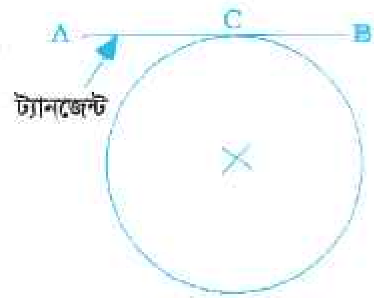


চিত্র ৯.৭.৬ অর্ধবৃত্ত

২০২৫

⊙ স্পর্শক (Tangent)

যে সরলরেখা বৃত্তকে শুধু এক বিন্দুতেই পরস্পর স্পর্শ করে এবং সেই বিন্দুর সংযোজক ব্যাসার্ধের সঙ্গে সমকোণ উৎপন্ন করে, তাকে উক্ত বিন্দুর স্পর্শক বলে। যে বিন্দুতে স্পর্শ করে, তাকে স্পর্শবিন্দু বলে। চিত্র ৯.৭.৭ এ বৃত্তের **ACB** একটি স্পর্শক।



চিত্র ৯.৭.৭ স্পর্শক

⊙ বৃত্তাংশ বা বৃত্তখণ্ড (Segment)

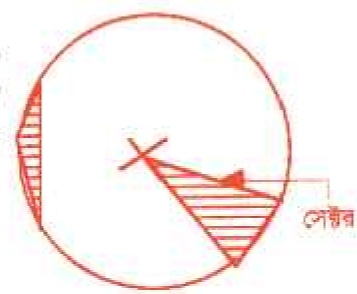
চাপ ও এর জ্যা-এর দ্বারা বেষ্টিত সমতলকে বৃত্ত খণ্ড বলে। অথবা চাপ ও জ্যা এর মধ্যে সীমাবদ্ধ বৃত্তের ক্ষেত্রকে বৃত্তাংশ বলে। চিত্র ৯.৭.৮ এ চিহ্নিত অংশে বৃত্তের বৃত্তাংশ দেখানো হলো।



চিত্র ৯.৭.৮ বৃত্তাংশ

⊙ বৃত্তকলা (Sector)

চাপ ও চাপের প্রান্তদ্বয় হতে অংকিত ব্যাসার্ধদ্বয় দ্বারা বেষ্টিত সমতল ক্ষেত্রকে বৃত্ত কলা বা সেক্টর বলে। অথবা দুই ব্যাসার্ধ দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রকে বৃত্তকলা বা সেক্টর বলে। চিত্র ৯.৭.৯ এ চিহ্নিত অংশে বৃত্তের বৃত্তকলা বা সেক্টর দেখানো হলো।



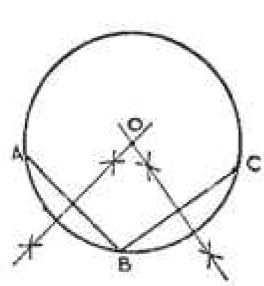
চিত্র ৯.৭.৯ বৃত্তকলা বা সেক্টর

⊙ বৃত্ত অংকন (Circle)

⊙ একই সরলরেখার উপর অবস্থিত নয় এমন তিনটি নির্দিষ্ট বিন্দুর মধ্য দিয়ে বৃত্ত অংকনের কেন্দ্র নির্ণয় পদ্ধতি :

মনে করি, A, B ও C বিন্দু তিনটি একটি মাত্র সরলরেখার উপর অবস্থিত নয় এবং এদের মধ্য দিয়ে বৃত্ত অংকনের কেন্দ্র নির্ণয় করতে হবে। প্রথমে, A ও B এবং B ও C কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে চিত্র ৯.৭.১০-এ পদ্ধতিতে এদের লম্ব-দ্বিখণ্ডক টানি।

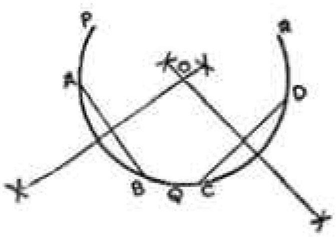
এই লম্ব-দ্বিখণ্ডক দুইটি পরস্পরকে O বিন্দুতে ছেদ করল। এই O-ই নির্ণেয় 'কেন্দ্র' অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৭.১০)।



চিত্র ৯.৭.১০ বৃত্তে কেন্দ্র নির্ণয়

⊙ অঙ্কিত বৃত্ত বা বৃত্তচাপের কেন্দ্র নির্ণয় পদ্ধতি

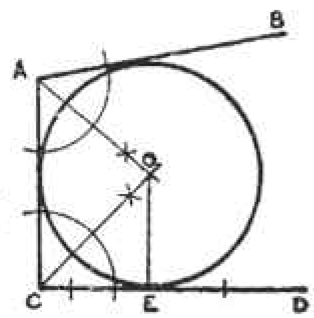
মনে করি, প্রদত্ত বৃত্ত বা বৃত্ত-চাপ PQR। এর কেন্দ্র নির্ণয় করতে হবে। প্রথমে, এটার এ প্রকার দুইটি জ্যা টানি যা সমান্তরাল নয়। ধরি, এটা AB ও CD পরে, এ 'জ্যা' দুইটির লম্ব-দ্বিখণ্ডক টানি। এদের ছেদ-বিন্দু O হলো। এই 'O-ই এই স্থানে নির্ণেয় কেন্দ্র অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৭.১১)।



চিত্র ৯.৭.১১ বৃত্তের কেন্দ্র নির্ণয়

⊙ তিনটি সরলরেখাকে স্পর্শ করে বৃত্ত অংকন

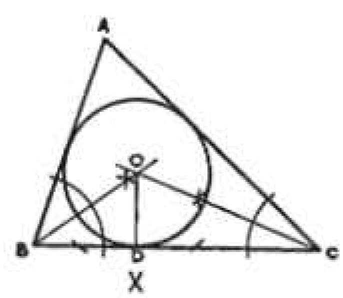
প্রথমে, প্রদত্ত AB, AC ও CD সরলরেখা তিনটি দ্বারা গঠিত ∠BAC এবং ∠ACD কোণ দুইটিকে সম-দ্বিখণ্ডিত করি। এই দ্বিখণ্ডক রেখা দুইটি পরস্পরকে O বিন্দুতে ছেদ করে, এটি হতে CD-এর উপর OE একটি লম্ব টানি। এখন, O-কে কেন্দ্র এবং OE- কে ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্ত অংকন করি। এটা রেখা তিনটিকে স্পর্শ করলো। এভাবে তিনটি সরলরেখাকে স্পর্শ করিয়ে বৃত্ত অংকন করা হলো (চিত্র ৯.৭.১২)।



চিত্র ৯.৭.১২ সরলরেখাকে স্পর্শ করে বৃত্ত

⊙ ত্রিভুজের বাহু তিনটিকে স্পর্শ করে ভিতরে বৃত্ত অংকন

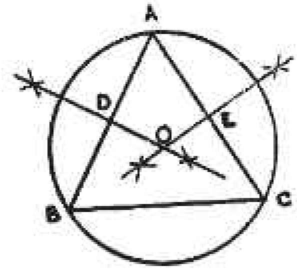
প্রথমে, প্রদত্ত ABC ত্রিভুজটির যে কোনো দুইটি কোণকে (এখানে ∠ABC এবং ∠ACB কোণ) সমদ্বিখণ্ডিত করি। এ দ্বিখন্ডক দুইটি পরস্পরকে O বিন্দুতে ছেদ করল। এই O-ই বিন্দুটিই বৃত্তের কেন্দ্র অঙ্কিত হলো। এরপর O হতে ত্রিভুজের যে কোনো বাহুর উপর (ধরি, BC- এর উপর) OD একটি লম্ব অংকন করি। এখন O-কে কেন্দ্র ও OD সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করলে, এটি ত্রিভুজের প্রত্যেকটি বাহুকে স্পর্শ করবে (চিত্র ৯.৭.১৩)।



চিত্র ৯.৭.১৩ বাহুকে স্পর্শ করে ভিতরে বৃত্ত

⊙ ত্রিভুজের কোণ-বিন্দু তিনটিকে স্পর্শ করে বাইরে বৃত্ত অংকন

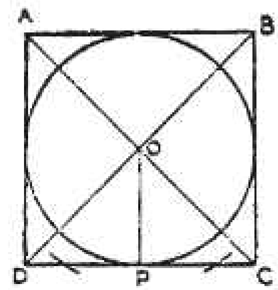
প্রথমে, প্রদত্ত ABC ত্রিভুজটির যে কোনো দুইটি বাহু AB এবং AC-এর লম্ব সমদ্বিখণ্ডক টানি। এরা পরস্পরকে O বিন্দুতে ছেদ করল। এই O-ই বৃত্তের কেন্দ্র অঙ্কিত হলো। এখন O-কে কেন্দ্র এবং OA, OB এবং OC-এর সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করলে এটি A, B এবং C কোণ বিন্দু তিনটিকে স্পর্শ করবে (চিত্র ৯.৭.১৩)।



চিত্র ৯.৭.১৩ ত্রিভুজের বাইরে বৃত্ত

⊙ বর্গক্ষেত্রের প্রত্যেকটি বাহুকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে বৃত্ত অংকন

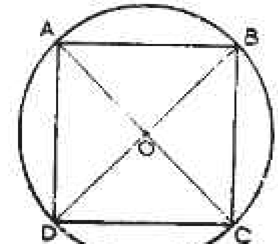
প্রদত্ত বর্গক্ষেত্র ABCD-এর কর্ণ দুইটির ছেদ-বিন্দু O-কে কেন্দ্র এবং বর্গক্ষেত্রটির বাহুর দৈর্ঘ্যের অর্ধকে অথবা O বিন্দু হতে যে কোনো বাহুর উপর টানা লম্বকে (এখানে OP কে) ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্ত অংকন করি (চিত্র ৯.৭.১৪)।



চিত্র ৯.৭.১৪ বর্গক্ষেত্রের ভিতরে বৃত্ত

⊙ বর্গক্ষেত্রের প্রত্যেকটি কোণ-বিন্দুকে স্পর্শ করিয়ে বাইরে বৃত্ত অংকন

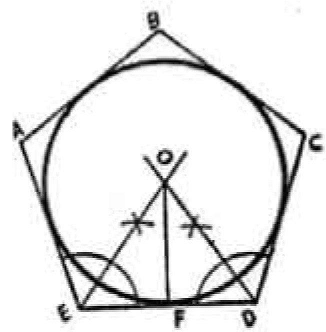
প্রদত্ত বর্গক্ষেত্র ABCD-এর AC, BD কর্ণ দুইটির ছেদ-বিন্দু O-কে কেন্দ্র এবং কর্ণের অর্ধকে অর্থাৎ OA,OB,OC বা OD-এর যে কোনো একটি ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্ত অংকন করি (চিত্র ৯.৭.১৫)।



চিত্র ৯.৭.১৫ বর্গক্ষেত্রের বাইরে বৃত্ত

⊙ সুষম পঞ্চভুজের প্রত্যেকটি বাহুকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে বৃত্ত অংকন

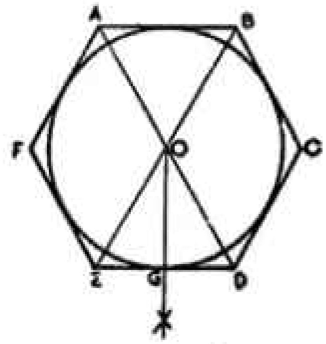
প্রথমে, প্রদত্ত পঞ্চভুজ ABCDE এর দুইটি ভূমি-কোণের সমদ্বিখণ্ডক টানি। এদের ছেদ বিন্দু O হলো । O হতে ED বাহুর উপর OF লম্ব টানি। পরে, O কে কেন্দ্র এবং OF কে ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্ত অংকন করি (চিত্র ৯.৭.১৬)।



চিত্র ৯.৭.১৬ সুষম পঞ্চভুজের ভিতরে বৃত্ত

⊙ সুষম ষড়ভুজের প্রত্যেকটি বাহুকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে বৃত্ত অংকন

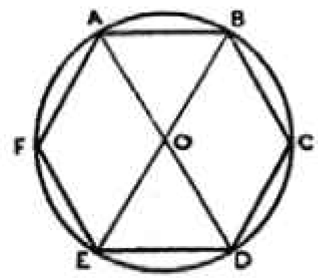
প্রথমে, প্রদত্ত ষড়ভুজ ABCDEF-এর বিপরীত কোণ-বিন্দু A, D এবং B, E (বা C,F)-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। এরা পরস্পরকে O বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, এই O হতে ED-এর উপর একটি লম্ব টানি। এই লম্ব ED-কে G বিন্দুতে ছেদ করল। এইবার O-কে কেন্দ্র এবং OG- কে ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্ত অংকন করি (চিত্র ৯.৭.১৭)।



চিত্র ৯.৭.১৭ সুষম ষড়ভুজের ভিতরে বৃত্ত

⊙ সুষম ষড়ভুজের প্রত্যেকটি কোণ-বিন্দুকে স্পর্শ করিয়ে বাইরে বৃত্ত অংকন

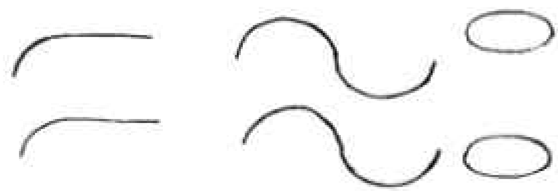
প্রথমে, প্রদত্ত ABCDEF ষড়ভুজটির বিপরীত কোণ-বিন্দুতে A, D এবং B, E (বা C,F)-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। এই রেখা দুইটি পরস্পরকে O বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, এই O-কে কেন্দ্র এবং OA, OB, OC ইত্যাদির যে কোনো একটিকে ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্ত অংকন করি (চিত্র ৯.৭.১৮)।



চিত্র ৯.৭.১৮ সুষম ষড়ভুজের বাইরে বৃত্ত

⊙ যৌগিক জ্যামিতিক চিত্র অংকন

সরলরেখা এবং বক্র রেখা অথবা বক্র রেখা ও সরলরেখা যৌথ বা যুক্ত করে অংকন করার পদ্ধতি বা চিত্রকেই যৌগিক জ্যামিতিক চিত্র বলে। পার্শ্বের চিত্রে ৯.৭.১৯ এ যৌগিক জ্যামিতিক চিত্র দেখানো হলো ।



চিত্র ৯.৭.১৯ যৌগিক জ্যামিতিক চিত্র

৯.৮ স্পর্শ বৃত্ত-চাপ অঙ্কন

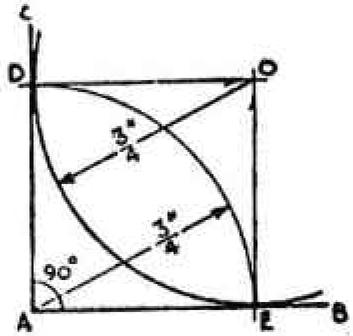
দুইটি অসম বৃত্তচাপের সাথে স্পর্শ বৃত্তচাপ

৯.৮.১ সমকোণ উৎপন্নকারী দুই রেখা স্পর্শ বৃত্ত-চাপ অংকন পদ্ধতি

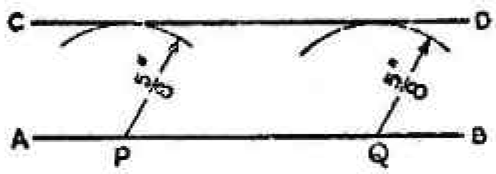
এক সমকোণে পরস্পরকে ছেদ করে এমনভাবে দুইটি সরলরেখাকে স্পর্শ করে নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের বৃত্ত চাপ অংকন

প্রথমে, প্রদত্ত AB, AC সরলরেখা দুইটির ছেদ বিন্দু A-কে কেন্দ্র এবং প্রদত্ত ব্যাসার্ধ মাপ (ধরি, এখানে 19 মি.মি.)-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এটা AC, AB রেখা দুইটিকে যথাক্রমে D ও E বিন্দুতে ছেদ করলো। পরে, যথাক্রমে এই D ও E-কে কেন্দ্র

এবং ঐ একই মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এদের ছেদ-বিন্দু হলো O। এখন, O-কে কেন্দ্র এবং ঐ একই মাপকে (19 মি.মি.)-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এটা, AB, AC রেখা দুইটিকে D ও E বিন্দুতে স্পর্শ করবে (চিত্র ৯.৮.১)।



চিত্র ৯.৮.১ সমকোণে বৃত্ত-চাপ



চিত্র ৯.৮.১.১ সরলরেখার সমান্তরালরূপে সরলরেখা

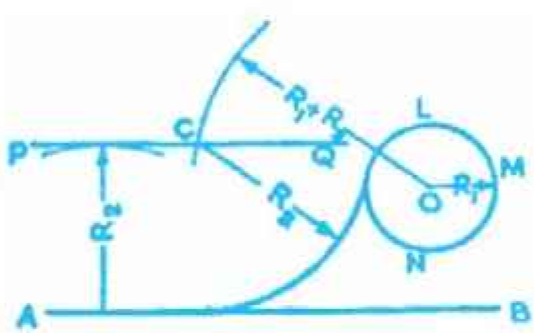
⊙ নির্দিষ্ট সরলরেখার সমান্তরালরূপে নির্দিষ্ট দূরত্বে একটি সরলরেখা অংকন

মনে করি, AB একটি নির্দিষ্ট সরলরেখা এবং এটা হতে 16 মি.মি. দূরে এর সমান্তরালরূপে একটি সরলরেখা টানতে হবে। প্রথমে, AB রেখার উপর যথাক্রমে যে কোনো দুইটি বিন্দুকে (ধরি, P ও Q) কেন্দ্র এবং প্রদত্ত দুরত্ব 16 মি.মি. মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্তচাপ অংকন করি। পরে, এই বৃত্তচাপ দুইটির স্পর্শক (Tangent) রূপে CD সরলরেখা টানি। এটিই প্রদত্ত দূরত্বে সমান্তরাল রেখা অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৮.১.১)।

৯.৮.২ একটি সরলরেখা ও একটি বৃত্তচাপের সহিত স্পর্শ বৃত্তচাপ অংকন

নির্দিষ্ট বৃত্ত এবং সরলরেখাকে স্পর্শ করিয়ে নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের বৃত্তাংশ অংকন পদ্ধতি

মনে করি, LMN একটি নির্দিষ্ট বৃত্ত, O-এর কেন্দ্র এবং ব্যাসার্ধ R_1। AB একটি নির্দিষ্ট সরলরেখা। এই LMN বৃত্ত এবং AB- সরলরেখাকে স্পর্শ করিয়ে R_2 ব্যাসার্ধের বৃত্তাংশ অংকন করতে হবে। প্রথমে, AB-এর সমান্তরালরূপে R_2 মাপ দূরে PQ একটি সরলরেখা টানি। পরে, প্রদত্ত LMN বৃত্তটির কেন্দ্র O- কে কেন্দ্র এবং R_1 ও R_2-এর সমষ্টিকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এটা PQ রেখাকে C বিন্দুতে ছেদ করলো। এখন, C-কে কেন্দ্র এবং R_2-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্তাংশ অংকন করি। এটা প্রদত্ত বৃত্ত এবং সরলরেখাকে স্পর্শ করবে (চিত্র ৯.৮.২)।



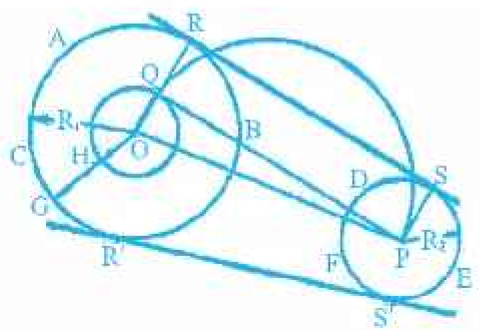
চিত্র ৯.৮.২ সরলরেখা ও একটি বৃত্তচাপের সাথে স্পর্শ বৃত্তচাপ

⊙ অসমান ব্যাস বিশিষ্ট দুইটি নির্দিষ্ট বৃত্তের সাধারণ স্পর্শক অঙ্কন পদ্ধতি

মনে করি, ABC, DEF দুইটি নির্দিষ্ট বৃত্ত। O,P এবং R_1, R_2 যথাক্রমে এদের কেন্দ্র ও ব্যাসার্ধ। ABC বৃত্তটির পরিধির যে কোনো স্থানে G একটি বিন্দু নিয়ে এবং GO-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে বহিঃ স্পর্শক (External Tangents) অংকনের জন্য নিম্নলিখিত ক) পদ্ধতি এবং অন্তঃস্পর্শক (Internal Tangents) অংকনের জন্য খ) পদ্ধতি অনুসরণ করি।

ক) বহিঃ স্পর্শক অঙ্কন

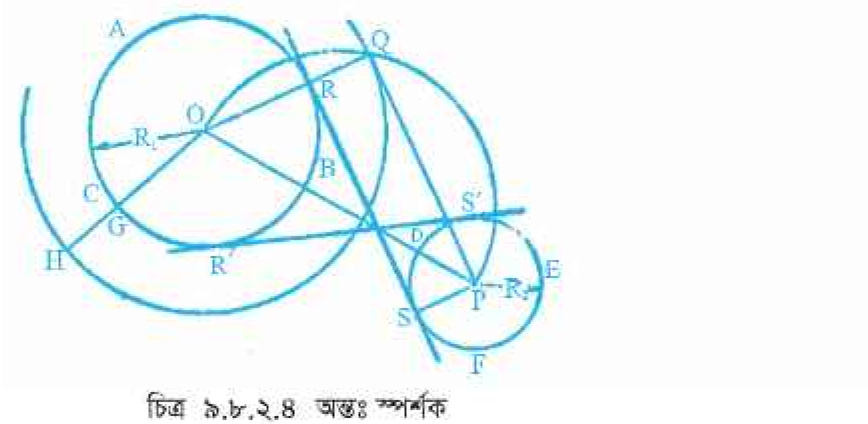
প্রথমে, O-কে কেন্দ্র এবং প্রদত্ত ABC, ও DEF বৃত্ত দুইটির ব্যাসার্ধের অন্তর অর্থাৎ R_1-R_2 সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি। এটা দিয়ে OG রেখাকে H বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, P থেকে এই বৃত্তটির স্পর্শক PQ টানি। এইবার, O,Q-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে এমন ভাবে বর্ধিত করি যাতে এটি ABC বৃত্তটিকে R বিন্দুতে ছেদ করে। P থেকে OR-এর সমান্তরালরূপে একটি সরলরেখা টানি। এটা DEF বৃত্তকে F বিন্দুতে ছেদ করল। শেষে, R,S-এর মধ্য দিয়ে একটি সরলরেখা টানি। এটা অংকনীয় একটি বহিঃস্পর্শক হলো। অনুরূপভাবে নিচের দিকে আর একটি বহিঃস্পর্শক R′-S′ টানা যেতে পারে (চিত্র ৯.৮.২.৩)।



চিত্র ৯.৮.২.৩ বহিঃ স্পর্শক

খ) অন্তঃ স্পর্শক অঙ্কন পদ্ধতি

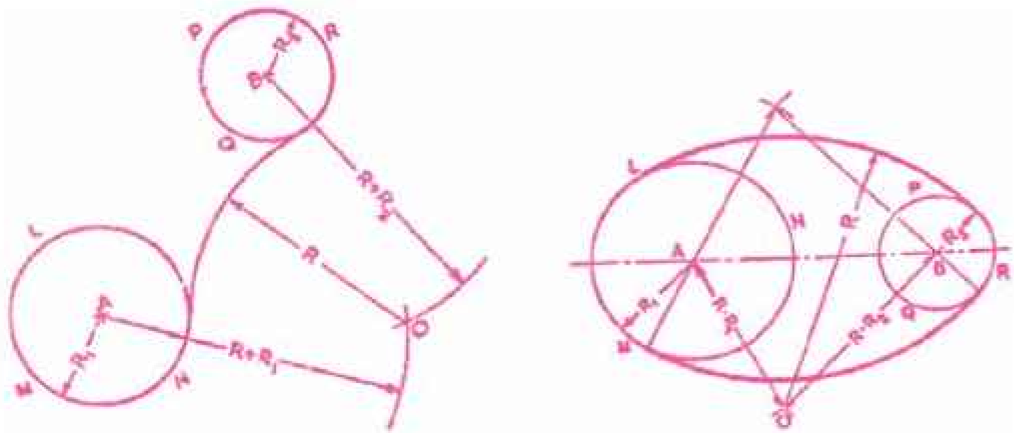
প্রথমে, O-কে কেন্দ্র এবং ABC ও DEF বৃত্তের ব্যাসার্ধের সমষ্টি অর্থাৎ $R_1 + R_2$ সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি। এটি বর্ধিত OG রেখাতে H বিন্দুতে ছেদ করল। পরে, P থেকে এই বৃত্তের স্পর্শক PQ রেখা টানি। এই বার O,Q-কে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করি। এটা ABC বৃত্তটিকে R বিন্দুতে ছেদ করল। এখন, OQ-এর সমান্তরালরূপে P, থেকে একটি সরলরেখা টানি। এটি DEF বৃত্তটিকে S বিন্দুতে ছেদ করল। শেষে, R, S-এর মধ্য দিয়ে একটি সরলরেখা টানি। এটি অংকনীয় অন্তঃস্পর্শক হলো। অনুরূপভাবে, আর একটি অন্তঃস্পর্শক **R′-S′** ও টানা যেতে পারে (চিত্র ৯.৮.২.৪)।



চিত্র ৯.৮.২.৪ অন্তঃ স্পর্শক

⊙ দুইটি নির্দিষ্ট বৃত্তকে স্পর্শ করিয়ে নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের বৃত্ত-চাপ অংকন পদ্ধতি

মনে করি, LMN ও PQR দুইটি নির্দিষ্ট বৃত্ত, এদের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে R_1 ও R_2 এবং কেন্দ্র A ও B। অংকনীয় বৃত্তচাপের ব্যাসার্ধ R। এই বৃত্ত-চাপ অবতলীয় (Concave)-(চিত্র ৯.৮.২.৫) বা উত্তলীয় (Convex) (চিত্র ৯.৮.২.৬) রকমের হতে পারে।



চিত্র ৯.৮.২.৫ ও চিত্র ৯.৮.২.৬ দুইটি নির্দিষ্ট বৃত্তকে স্পর্শ করে নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের বৃত্ত-চাপ

অবতলীয় রকমের বৃত্ত-চাপ অংকনের জন্য প্রথম A-কে কেন্দ্র এবং $R+R_2$-কে (উত্তলীয় রকমের বৃত্ত-চাপের বেলায়, $R-R_1$-কে) ব্যাসার্ধ, পুনরায় B-কে কেন্দ্র এবং $R+R_2$-কে (উত্তলীয় বৃত্ত-চাপের বেলায়, $R-R_2$-কে) ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। পরে, এদের ছেদ-বিন্দু O-কে কেন্দ্র এবং R-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। এটা প্রদত্ত বৃত্ত দুইটির পরিধিকে স্পর্শ করবে। অনুরূপভাবে, বিপরীত দিকেও বৃত্ত-চাপ অংকন করা যেতে পারে।

৯.৯ উপবৃত্ত অংকন

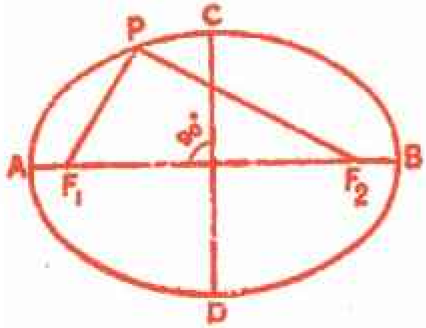
উপবৃত্ত (Ellipse)

উপবৃত্ত বা ইলিপ্স দেখতে অনেকটা ডিম্বাকার অর্থাৎ পুরাপুরি বৃত্তাকার নয়। উপবৃত্ত দুইটি অক্ষ বা Axis দ্বারা গঠিত দুইটি অক্ষই অসমান এবং এদের অন্তর্বর্তী কোণ 90°।

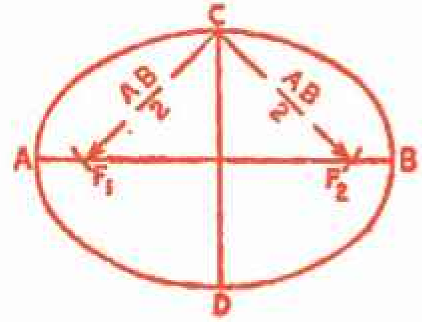
পুল (Bridge), গাঁথুনীর খিলান (Arch), গ্ল্যান্ড (Gland), স্টাফিং বক্স (Stuffing Box), খেলাধুলার ক্ষেত্রে দৌড়ানোর পথ (Sports Track) ইত্যাদি উপবৃত্ত বা Ellipse আকারের হয়।

উপবৃত্তের বৃহত্তর অক্ষটিকে 'পরাক্ষ' বা Major axis এবং ক্ষুদ্রতর অক্ষটিকে 'উপাক্ষ' বা Minor Axis বলে। উপবৃত্ত এমন একটি সসীম বক্র রেখা যার উপরিস্থ যে কোনো বিন্দু থেকে পরাক্ষের উপরিস্থ দুইটি বিন্দু পর্যন্ত দূরত্বের সমষ্টি সর্বদা পরাক্ষের সমান হয়। এই নির্দিষ্ট বিন্দু দুইটিকে উপবৃত্তের 'নাভি-বিন্দু' বা Focus বলে। যেমন চিত্র ৯.৯ (ক)তে প্রদর্শিত উপবৃত্তটির AB

'পরাক্ষ' এবং CD 'উপাক্ষ'। F_1 এবং F_2 বিন্দু দুইটি 'নাভি-বিন্দু'। P হলো উপবৃত্তটির উপর যে কোনো স্থানে নেয়া একটি বিন্দু। ফলে, PF_1 এবং PF_2 এই রেখা দুইটির দৈর্ঘ্যের সমষ্টি, পরাক্ষ AB-এর দৈর্ঘ্যের সমান।



চিত্র ৯.৯ (ক) উপবৃত্ত



চিত্র ৯.৯(খ) উপবৃত্ত

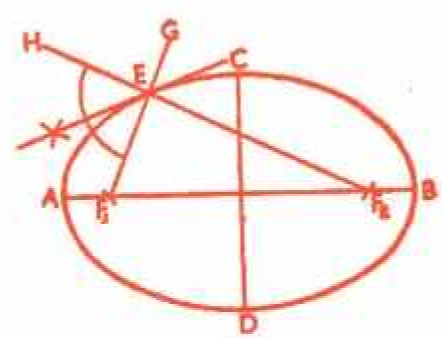
কোন উপবৃত্তের 'নাভি-বিন্দু' নির্ণয় করতে হলে, উপাক্ষের একটি প্রান্তকে কেন্দ্র এবং পরাক্ষের অর্ধ মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করতে হয়। এটি পরাক্ষকে যে বিন্দুতে ছেদ করে ওটাই নির্ণেয় 'নাভি-বিন্দু' হয়। যেমন– চিত্র ৯.৯(খ)-তে C-কে কেন্দ্র এবং B- এর অর্ধকে ব্যাসার্ধ নিয়ে অঙ্কিত বৃত্ত-চাপ AB-কে F_1 এবং F_2-তে ছেদ করাই F_1এবং F_2 উপবৃত্তটির 'নাভি-বিন্দু' অঙ্কিত হয়েছে।

৯.৯.১ বৃত্ত-চাপ পদ্ধতি

ক) উপবৃত্তের নির্দিষ্ট একটি বিন্দুতে স্পর্শক অংকন পদ্ধতি

মনে করি, ABCD প্রদত্ত উপবৃত্ত, AB ও CD যথাক্রমে এর পরাক্ষ ও উপাক্ষ এবং F_1, F_2 এর দুইটি নাভি-বিন্দু। E বিন্দুতে উপবৃত্তের স্পর্শক টানতে হবে।

প্রথমে, যথাক্রমে F_1, F_2 হতে E এর মধ্য দিয়ে F_1G এবং F_2H দুইটি সরলরেখা টানি। পরে, E বিন্দুতে HEF_1 যে কোণ উৎপন্ন হলো, একে একটি সরলরেখা দ্বারা সমদ্বিখণ্ডিত করি। এই সমদ্বিখণ্ডক রেখাটিই উপবৃত্তের স্পর্শক অঙ্কিত হলো (চিত্র ৭.৮৩)।

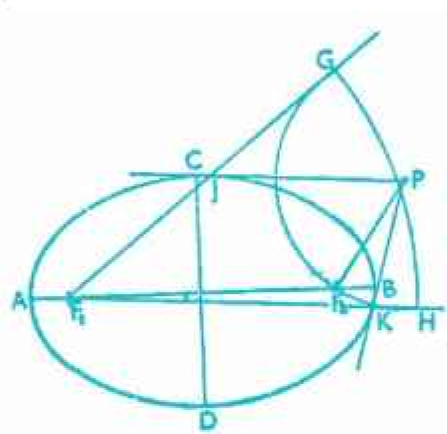


চিত্র ৯.৯.১ উপবৃত্তের নির্দিষ্ট একটি বিন্দুতে স্পর্শক

খ) বহিঃস্থিত নির্দিষ্ট একটি বিন্দু থেকে উপবৃত্তের স্পর্শক অংকন

মনে করি, ABCD প্রদত্ত উপবৃত্ত, AB ও CD যথাক্রমে এর পরাক্ষ ও উপাক্ষ এবং F_1 ও F_2 এর নাভি-বিন্দু। P উপবৃত্তের বহিঃস্থিত নির্দিষ্ট একটি বিন্দু।

প্রথমে, P, F_2-কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করে P-কে কেন্দ্র এবং PF_2-কে ব্যাসার্ধরূপে একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। পরে, F1-কে কেন্দ্র এবং AB-এর সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে আর একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এটা পূর্বের বৃত্তচাপটিকে G ও H বিন্দুতে ছেদ করল। এখন, F_1 G এবং F_1 H-কে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করি। মনে করি, এই রেখা দুইটি প্রদত্ত উপবৃত্তটিকে J ও K বিন্দুতে ছেদ করল। এবার, P হতে J ও K বিন্দু মধ্য দিয়ে সরলরেখা টানি। এই রেখা দুইটিই অংকনীয় স্পর্শক হলো (চিত্র ৯.৯.১.১)।

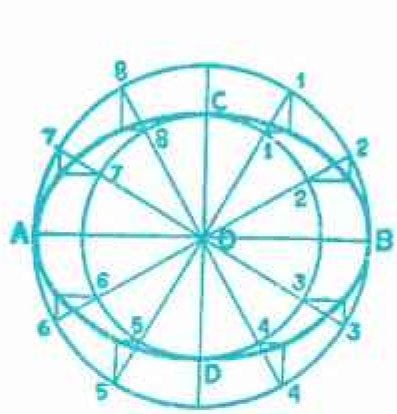


চিত্র ৯.৯.১.১ বহিঃস্থিত নির্দিষ্ট একটি বিন্দু থেকে উপবৃত্তের স্পর্শক

৯.৯.২ এক কেন্দ্রিক পদ্ধতি

পরাক্ষ ও উপাক্ষের দৈর্ঘ্য দেওয়া থাকলে, এক-কেন্দ্রীয় বৃত্ত (Concentric Circle Method) পদ্ধতিতে উপবৃত্ত অংকন

প্রথমে, পরস্পরকে এক সমকোণে এবং O বিন্দুতে ছেদ করিয়ে দুইটি সরলরেখা টানি। এরপর এই রেখা দুইটির উপর যথাক্রমে O-এর বাম ও ডান দিকে পরাক্ষের দৈর্ঘ্যের অর্ধ সমান OA, OB এবং O-এর উপরের ও নিচের দিকে উপাক্ষের দৈর্ঘ্যের অর্ধ সমান OC, OD দৈর্ঘ্য কেটে লই। এখন, O-কে কেন্দ্র এবং যথাক্রমে OA (বা, OB)-কে এবং OC (বা, OD)-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত অংকন করি। ভিতরের বৃত্তটিকে সমান বারোটি বা ষোলোটি অংশে বিভক্ত করে (এখানে চিত্রটি, বারোটি অংশে বিভক্ত করে দেখানো হলো) বিভাগ- বিন্দুগুলোকে 1, 2, 3, 4 ইত্যাদি সংখ্যা দিয়ে চিহ্নিত করি। এবার O থেকে এই সকল অংক-চিহ্নিত বিন্দুগুলোর মধ্য দিয়ে বাইরের বৃত্ত পর্যন্ত সরল রেখা টানি এবং এই রেখাগুলোর যে যে বিন্দুতে বাইরের বৃত্তটিকে ছেদ, করল সেগুলোকেও ঐ একই **1, 2, 3, 4** ইত্যাদি অংক দিয়ে চিহ্নিত করি। পরে বাইরের বৃত্তের 1, 2, 3, 4 ইত্যাদি বিন্দুগুলো থেকে CD-এর সমান্তরালরূপে এবং ভিতরের বৃত্তের **1, 2, 3, 4** ইত্যাদি বিন্দুগুলো থেকে AB-এর সমান্তরালরূপে সরলরেখা টানি। এ রেখাগুলো পরস্পরকে যে যে বিন্দুতে ছেদ করল ঐ সকল ছেদ-বিন্দু এবং A, B, C, D- এর মধ্য দিয়ে একটি সসীম বক্র রেখা টানি। এটাই অংকনীয় উপবৃত্ত হলো (চিত্র ৯.৯.২)।



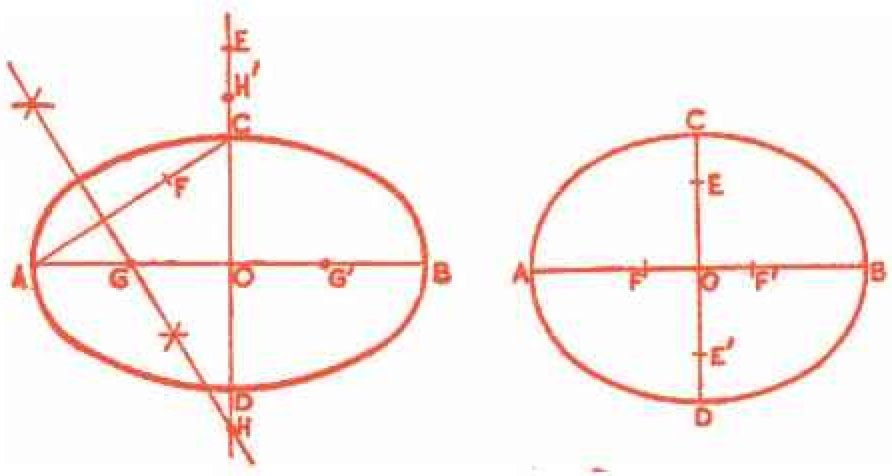
চিত্র ৯.৯.২ এক কেন্দ্রিক পদ্ধতিতে উপবৃত্ত

৯.৯.৩ ফোর সেন্টার পদ্ধতি

পরাক্ষ ও উপাক্ষের দৈর্ঘ্য দেওয়া থাকলে, চতুষ্কেন্দ্র পদ্ধতিতে (Four Centre Method) স্থূলভাবে উপবৃত্ত অংকন :

ফোর সেন্টার পদ্ধতিটি দুইটি পদ্ধতিতে অংকন করা যায়। যথা ঃ

ক) পদ্ধতি : প্রথমে O বিন্দুতে পরস্পরকে এক সমকোণে সমদ্বিখণ্ডিত করে পরাক্ষের দৈর্ঘ্য সমান AB এবং উপাক্ষের দৈর্ঘ্য সমান CD সরল রেখা টানি। এরপর OC বা অর্ধ-উপাক্ষকে বর্ধিত করে এর উপর OA এর সমান করে OE দৈর্ঘ্য কেটে নিই। এখন AC কে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করে এর উপর CE এর সমান করে CF দৈর্ঘ্য কেটে নিই। AF-কে একটি লম্ব দিয়ে সমদ্বিখণ্ডিত করে পরাক্ষ এবং বর্ধিত উপাক্ষকে যথাক্রমে G ও H বিন্দুতে ছেদ করাই। OB এর উপর OG এর সমান করে OG' এবং OE এর উপর OH এর সমান করে OH' কেটে নিই। এবার যথাক্রমে G ও G'-কে কেন্দ্র ও GA বা **G'B**-কে ব্যাসার্ধ এবং **H** ও **H'**- কে ব্যাসার্ধ নিয়ে চারটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এ চাপ কয়টি দিয়ে সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রই এখানে স্থূলভাবে উপবৃত্ত অঙ্কিত হলো (চিত্র ৯.৯.৩) উপাক্ষের দৈর্ঘ্য যদি পরাক্ষের দৈর্ঘ্যের অন্ততঃ $\frac{2}{3}$ অংশ হয় তা হলে নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে একই উপবৃত্ত অঙ্কন করা যেতে পারে।



চিত্র ৯.৯.৩ (ক) ও চিত্র ৯.৯.৩ (খ) ফোর সেন্টার পদ্ধতিতে উপবৃত্ত

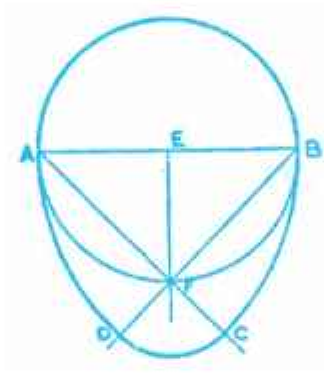
খ) পদ্ধতি :

প্রথমে O বিন্দুতে পরস্পরকে এক সমকোণে সমদ্বিখণ্ডিত করে পরাক্ষের দৈর্ঘ্য সমান AB এবং উপাক্ষের দৈর্ঘ্য সমান CD সরলরেখা টানি। পরে পরাক্ষের দৈর্ঘ্য থেকে উপাক্ষের দৈর্ঘ্য বিয়োগ করলে যত হয় ঐ মাপ সমান OE বা OE'-কে উপাক্ষের উপর কেটে নিই। পুনরায় পরাক্ষের উপর OE-এর তিন চতুর্থাংশ সমান OF ও OF' কেটে নিই। এখন E ও E'-কে কেন্দ্র এবং ED সমান দৈর্ঘ্যকে

ব্যাসার্ধ নিয়ে F ও F'-কে কেন্দ্র এবং F সমান দৈর্ঘ্যের ব্যাসার্ধ নিয়ে চারটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি। এই চাপ কয়টি দিয়ে সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রই এখানে অংকনীয় উপবৃত্ত হলো (চিত্র ৯.৯.৩ (খ'))।

⊙ প্রস্থ দেওয়া থাকলে, ডিম্বের ন্যায় আকার অঙ্কন পদ্ধতি

মনে করি, ডিম্বটির প্রস্থ হলো AB । প্রথমে, AB-এর মধ্য-বিন্দু E-তে নিচের দিকে একটি লম্ব টানি। পরে E-কে কেন্দ্র এবং EA বা EB-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অঙ্কন করি। এটি লম্বটিকে F বিন্দুতে ছেদ করল। A, F ও B, F-কে সরল রেখা দ্বারা যুক্ত করে বর্ধিত করি। এখন, যথাক্রমে A ও B-কে কেন্দ্র এবং AB দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্তচাপ অঙ্কন করি। এ চাপ দুইটি বর্ধিত AF, BF রেখাদ্বয়কে যথাক্রমে C ও D বিন্দুতে ছেদ করল। এবার, F-কে কেন্দ্র এবং FD বা FC কে ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্ত-চাপ অঙ্কন করি। ফলে, সামগ্রিকভাবে যে আকারটি অঙ্কিত হলো তাই-ই ডিম্বের অনুরূপ (চিত্র ৯.৯.৩.১)।



চিত্র ৯.৯.৩.১ ডিম্বের ন্যায় আকার

অনুশীলনী - ৯ : জ্যামিতিক অংকন

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। জ্যামিতি কাকে বলে ?

২। বিন্দু ও রেখা কী ? রেখা কত প্রকার ও কী কী ? একটি সমান্তরাল ও বক্ররেখা অংকন করো।

৩। চিত্রসহ সংজ্ঞা লিখ ঃ কোণ, সন্নিহিত কোণ, বিপ্রতীপ কোণ, সমকোণ, লম্ব, সরল কোণ, পূরক কোণ, সম্পূরক কোণ, সূক্ষ্ম কোণ, স্থূল কোণ, প্রবৃদ্ধ কোণ।

৪। ত্রিভুজ কাকে বলে ? এর প্রকারভেদ উল্লেখ কর। প্রত্যেকটি ত্রিভুজের চিত্র অংকন করো।

৫। চিত্রসহ নিচের জ্যামিতিক চিত্রের সংজ্ঞা ও বৈশিষ্ট্য লেখ।

১) বর্গক্ষেত্র ২) চতুর্ভুজ ৩) রম্বস ৪) আয়তক্ষেত্র ৫) সামন্তরিক ক্ষেত্র ৬) ট্রাপিজিয়াম

৬। বহুভুজ কাকে বলে ? 6 মি.মি. বাহু বিশিষ্ট সুষম পঞ্চভুজ অংকন করো।

৭। সুষম বহুভুজ কী বলতে বোঝায় ? 10 মি.মি.বাহু বিশিষ্ট একটি সুষম ষড়ভুজ অংকন করো।

৮। 5 মি.মি. বাহু বিশিষ্ট একটি সুষম অষ্টভুজ অংকন করো।

৯। নিম্নের জ্যামিতিক চিত্রের সংজ্ঞা লেখ: ১) বৃত্ত ২) কেন্দ্র ৩) পরিধি ৪) চাপ ৫) ব্যাসার্ধ ৬) ব্যাস ৭) জ্যা ৮) অর্ধবৃত্ত ৯) স্পর্শক

১০। বৃত্তখণ্ড, বৃত্তকলা ও যৌগিক জ্যামিতিক চিত্র বলতে কী বোঝায় ?

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। 6 সে.মি. লম্ব একটি সরলরেখাকে যে কোনো সমান অংশে বিভক্ত করো।

২। AB সরলরেখার B বিন্দুতে একটি লম্ব অংকন করো।

৩। 5 সে.মি. দীর্ঘ একটি সরলরেখাকে সমদ্বিখণ্ডিত করো।

৪। 10 সে.মি. দীর্ঘ একটি সরলরেখাকে সমদ্বিখণ্ডিত করো।

৫। 65° একটি কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করো।

৬। 75° একটি কোণকে সমান তিনটি অংশে বিভক্ত করো।

৭। AB একটি সরলরেখা থেকে 3 সে.মি. দূরে আর একটি সমান্তরাল রেখা অংকন করো।

৮। 6 সে.মি. দীর্ঘ একটি সরলরেখাকে ভূমি ধরে একটি বর্গক্ষেত্র অংকন করো।

৯। পরিসীমা AB =7 সে.মি. এবং তিনটি বাহুর দৈর্ঘ্যের অনুপাত 5ঃ 3ঃ 4 ধরে একটি ত্রিভুজ অংকন করো।

১০। 4 সে.মি. দীর্ঘ বাহু বিশিষ্ট একটি সুষম পঞ্চভুজ অংকন করো।

১১। বৃত্তের পরিধিকে স্পর্শ করে ভিতরে সুষম ষড়ভুজাকৃতি হেক্সাগোনাল নাট অংকন করো।

১২। এমন একটি সুষম ষড়ভুজ অংকন করো, যার বিপরীত বাহু দুইটির দুরত্ব 3 সে.মি.।

১৩। একই সরলরেখার উপর অবস্থিত নয় এমন তিনটি নির্দিষ্ট বিন্দুর মধ্য দিয়ে অংকিত বৃত্তের কেন্দ্র নির্ণয় করো।

১৪। 3 সে.মি. 4 সে.মি. ও 5 সে.মি. দীর্ঘ তিনটি সরলরেখাকে স্পর্শ করিয়ে একটি বৃত্ত আঁক।

১৫। এমন একটি ত্রিভুজ অংকন কর, যার তিনটি বাহুর দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 5 সে.মি, 7 সে.মি, ও 9 সে.মি.। এই ত্রিভুজটিকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে ও বাইরে বৃত্ত অংকন করো।

১৬। একটি ত্রিভুজকে যে কোনো সংখ্যক সমান অংশে বিভক্ত করো।

১৭। 3 সে.মি. বাহু দ্বারা গঠিত কোন বর্গক্ষেত্রের সমান ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজ অংকন করো।

১৮। অঙ্কিত একটি বৃত্তের কেন্দ্র নির্ণয় করো।

১৯। 40 মি.মি. দৈর্ঘ্যের AB একটি সরলরেখা A বিন্দুতে 100° কোণে একটি ও B বিন্দুতে 70° কোণে দুইটি পৃথক সরলরেখা অবস্থান করছে। এ তিনটি সরলরেখাকে স্পর্শ করিয়ে একটি বৃত্তচাপ আঁক।

২০। AB একটি সরলরেখা এর A বিন্দুতে 45° কোণে অপর একটি সরলরেখা মিলিত হয়েছে। বর্ণিত দুইটি সরলরেখার সাথে স্পর্শ করিয়ে 30 মি.মি. ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তচাপ আঁক।

২১। 40 মি.মি. ব্যাসের একটি বৃত্তের কেন্দ্র থেকে 30 মি.মি. দূরে একটি সরলরেখা রয়েছে। একটি 35 মি.মি. ব্যাসার্ধের বৃত্তচাপ, বৃত্ত ও সরলরেখাকে স্পর্শ করবে। চিত্রটি আঁক।

২২। একটি 60 মি.মি. ব্যাসের বৃত্তের অভ্যন্তরে চারটি সমান বৃত্ত আঁক যা মূল বৃত্ত এবং অঙ্কিত বৃত্তগুলোকে পরস্পরকে স্পর্শ করবে।

২৩। 50 মি.মি. এবং 30 মি.মি. ব্যাসের দুইটি বৃত্তের কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব 50 মি.মি.। বৃত্ত দুইটিকে স্পর্শ করিয়ে 40 মি.মি. ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তচাপ আঁক।

২৪। একটি উপবৃত্তের বৃহত্তর অক্ষ 55 মি.মি. এবং ক্ষুদ্রতর অক্ষ 30 মি.মি.। উপবৃত্তটির নাভি বিন্দুদ্বয় নির্ণয় করো।

২৫। সামন্তরিক পদ্ধতিতে একটি উপবৃত্ত আঁক যার বৃহত্তর অক্ষ 60 মি.মি.এবং ক্ষুদ্রতর অক্ষ 35 মি.মি.

২৬। অংকনীয় একটি অধিবৃত্তের ভুজ ও কোটি যথাক্রমে 50 মি.মি. ও 60 মি.মি. অধিবৃত্ত (Parabolla) টি আঁক।

২৭। একটি উপবৃত্ত অংকন করে এর পরাক্ষ, উপাক্ষ ও নাভি-বিন্দু দেখাও।

২৮। এমন একটি উপবৃত্ত অংকন কর, যার পরাক্ষের দৈর্ঘ্য 9 সে.মি. এবং উপাক্ষের দৈর্ঘ্য 7 সে.মি.।

২৯। একটি উপবৃত্তের পরাক্ষ ও উপাক্ষ পরস্পরের সাথে 65° কোণ উৎপন্ন করে এবং অক্ষ দুইটির দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 10 সে.মি. ও ৪ সে.মি.। উপবৃত্তটি অংকন করো।

৩০। 10 সে.মি. দীর্ঘ পরাক্ষ এবং 6 সে.মি. দীর্ঘ উপাক্ষ বিশিষ্ট একটি উপবৃত্তের পরাক্ষের সমরেখায় এবং এর বাম প্রান্ত হতে 6 সে.মি. দূরে অবস্থিত একটি বিন্দু হতে উপবৃত্তটির দুইটি স্পর্শক টানো।

৩১। একটি উপবৃত্তের পরাক্ষ ৪ সে.মি. এবং উপাক্ষ 6 সে.মি.। পরাক্ষ হতে 4 সে.মি. উপরে উপবৃত্তের উপরিস্থ একটি বিন্দুতে স্পর্শক টানো।

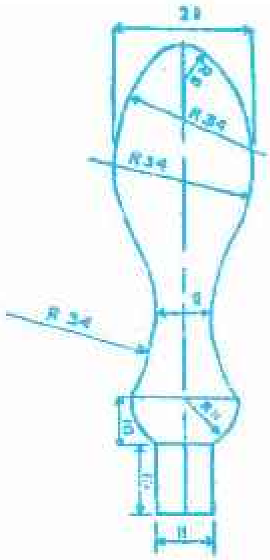
৩২। নিয়ামকরেখা হতে অধিবৃত্তের নাভি-বিন্দু 7 সে.মি ও ভুজ 12 সে.মি দূরে অবস্থিত। অধিবৃত্তটি অংকন করো।

৩৩। একটি অধিবৃত্তের ভুজ ৪ সে.মি. এবং কোটি 7 সে.মি. হলে অধিবৃত্তটি অংকন করো।

৩৪। একটি ডিমের প্রস্থ 5 সে.মি. হলে ডিমটি অংকন করো।

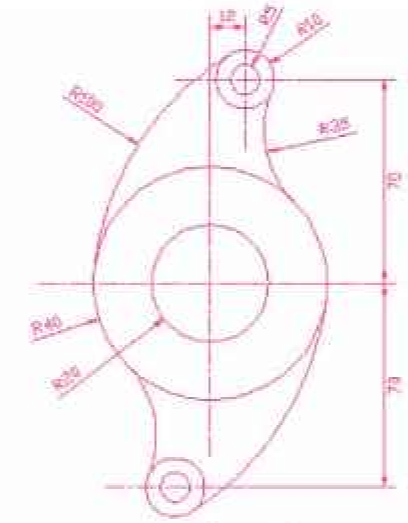
৩৫। নিম্নের মেশিনারি পার্টসগুলো জিওমেট্রিক্যাল বা জ্যামিতিক পদ্ধতিতে অংকন করো।

১. মেশিন হ্যান্ডেল (Machine Handle)



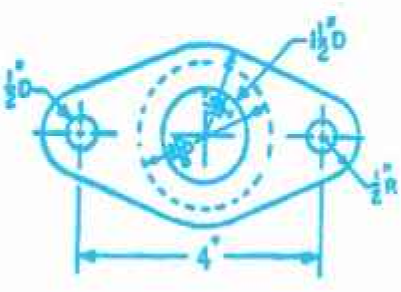
চিত্র ৯.৯.৪ মেশিন হ্যান্ডেল

২. মেশিন পার্টস (Machine Parts)



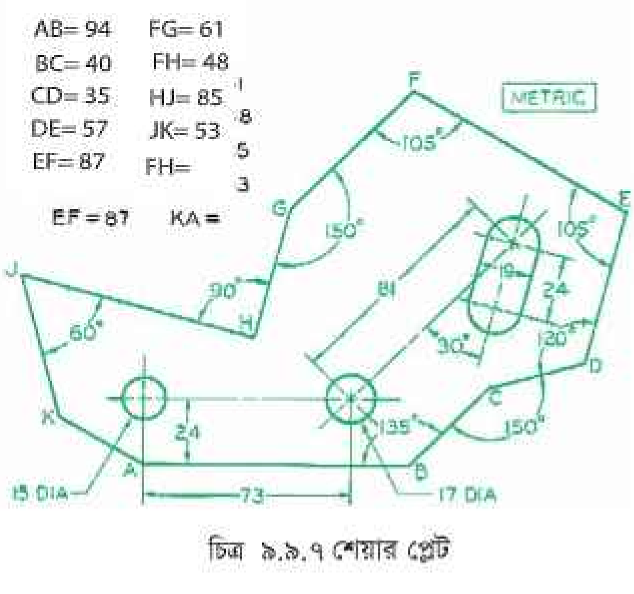
চিত্র ৯.৯.৫ মেশিন পার্টস

৩. বেয়ারিং কেস (Bearing Case)



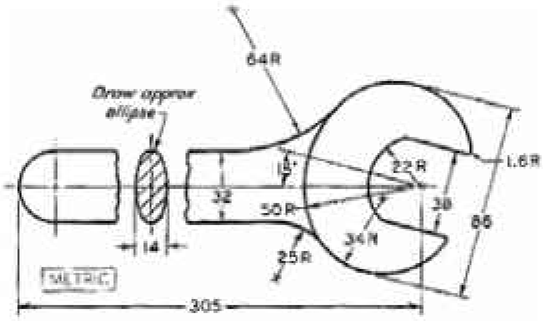
চিত্র ৯.৯.৬ বেয়ারিং কেস

৪. শেয়ার প্লেট (Shear Plate)



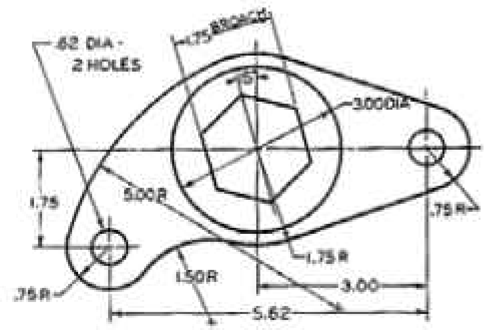
চিত্র ৯.৯.৭ শেয়ার প্লেট

৫. স্প্যানার (Spanner)



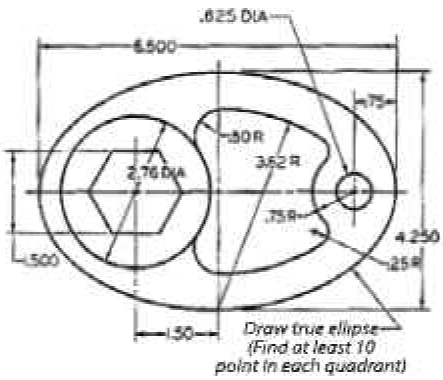
চিত্র ৯.৯.৮ স্প্যানার

৬. রকার আর্ম (Rocker Arm)



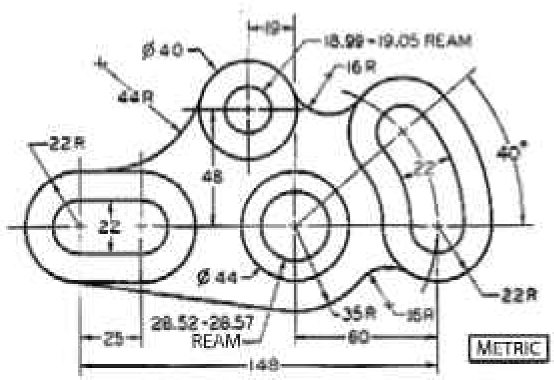
চিত্র ৯.৯.৯ রকার আর্ম

৭. স্পেশাল আর্ম (Special Arm)



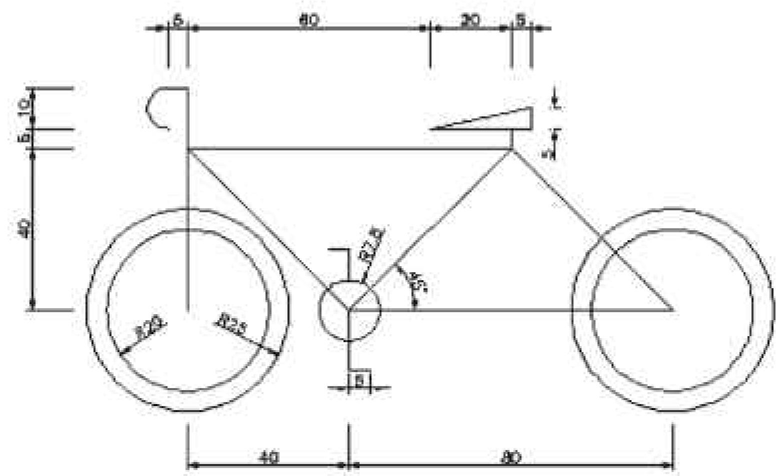
চিত্র ৯.৯.১০ স্পেশাল আর্ম

৮. গিয়ার আর্ম (Gear Arm)



চিত্র ৯.৯.১১ গিয়ার আর্ম

৯. বাইসাইকেল (Bicycle)



চিত্র ৯.৯.১২ বাইসাইকেল

১০. অভিক্ষেপ বা প্রজেকশন
Projection

১০.১ অভিক্ষেপ (Projection)

Projection শব্দটি দুইটি ল্যাটিন শব্দ। **Pro** এবং **Jacere** থেকে এসেছে। **Pro** শব্দের অর্থ **Forward** অর্থাৎ সম্মুখের দিকে এবং **Jacere** শব্দের অর্থ **to throw** অর্থাৎ নিক্ষেপ করা। সুতরাং সম্মুখের দিকে কোনো বস্তুর উপর আলোক রশ্মি যে কোনো সমতলে নিক্ষেপ করলে যতগুলো রেখা দেখা যায়, উক্ত রেখার সমম্বয়ে গঠিত দৃশ্যকে অভিক্ষেপ বা প্রজেকশন (**Projection**) বলে। কোন বস্তুকে আলোক রশ্মির সাহায্যে একটি কাগজ, পর্দা অথবা অনুরূপ সমতলের উপর উপস্থাপন করা হলে, তাকে ঐ বস্তুর অভিক্ষেপ বা প্রজেকশন (**Projection**) বলে।

একটি বস্তুর বিভিন্ন বিন্দু হতে যদি বিভিন্ন সরলরেখা অংকন করে কোনো সমতলে মিলিত করা হয়, ঐ বিভিন্ন বিন্দুগুলোকে ক্রমানুসারে সঠিকভাবে যোগ করলে যে চিত্র গঠিত হয়, তাকে ঐ বস্তুর প্রজেকশন (**Projection**) বলে।

⊙ অভিক্ষেপের উপাদান

যে সমস্ত বিষয় অভিক্ষেপ গঠন করতে প্রয়োজন হয় বা দৃশ্যমান হয়, সেটাই অভিক্ষেপের উপাদান। অভিক্ষেপের উপাদানগুলো নিম্নরূপ

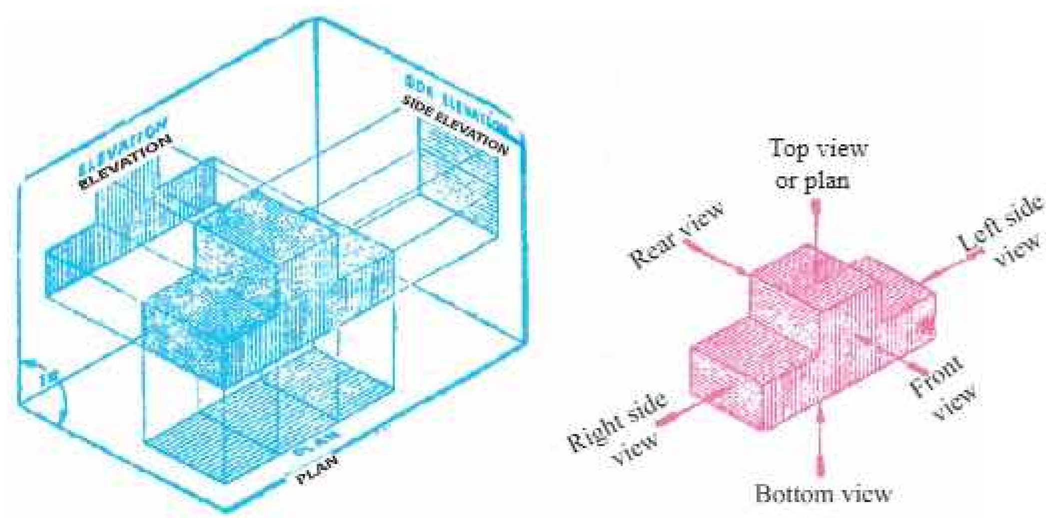
১) আলোক রশ্মি ২) সমতল স্থান বা কাগজ ৩) বিন্দু ৪) রেখা

১০.২ অভিক্ষেপের তল (Plane of Projection)

কোন বস্তু হতে কোনো সমতলের দিকে যে রেখাগুলো অংকন করা হয়, তাকে প্রজেকশন (Projection) বলে। প্রজেকশন চিত্রের সাহায্যে প্ল্যান বা টপ ভিউ এলিভেশন বা ফ্রন্টভিউ ও সাইড ভিউ এর উদাহরণ দেখানো হলো -

একটি ঘনবস্তুর সর্বাধিক ৬টি অভিক্ষেপ তল থাকে। যথা

১। উপরের দৃশ্য (Top View or Plan) **৪। বাম দিকের দৃশ্য (Left Side View)**
২। নিচের দৃশ্য (Bottom View) **৫। সম্মুখ দৃশ্য (Front View or Front Elevation)**
৩। ডান দিকের দৃশ্য (Right Side View) **৬। পশ্চাৎ দৃশ্য (Rear View)**



চিত্র ১০.২ অভিক্ষেপ বা প্রজেকশনের তল

২০২৫

⊙ প্রজেকশন প্রধানত দুই প্রকার। যথা

১। পিকটোরিয়াল প্রজেকশন বা দৃষ্ট মধুর অভিক্ষেপ **(Pictorial Projection)**

২। অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন বা সমরূপীয় অভিক্ষেপ **(Orthographic Projection)**

১। পিকটোরিয়াল প্রজেকশন কে আবার তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা

i) পার্সপেকটিভ প্রজেকশন বা পরিপ্রেক্ষিত অভিক্ষেপ **(Perspective Projection)**

ii) আইসোমেট্রিক প্রজেকশন বা সমমাত্রিক অভিক্ষেপ **(Isometric Projection)**

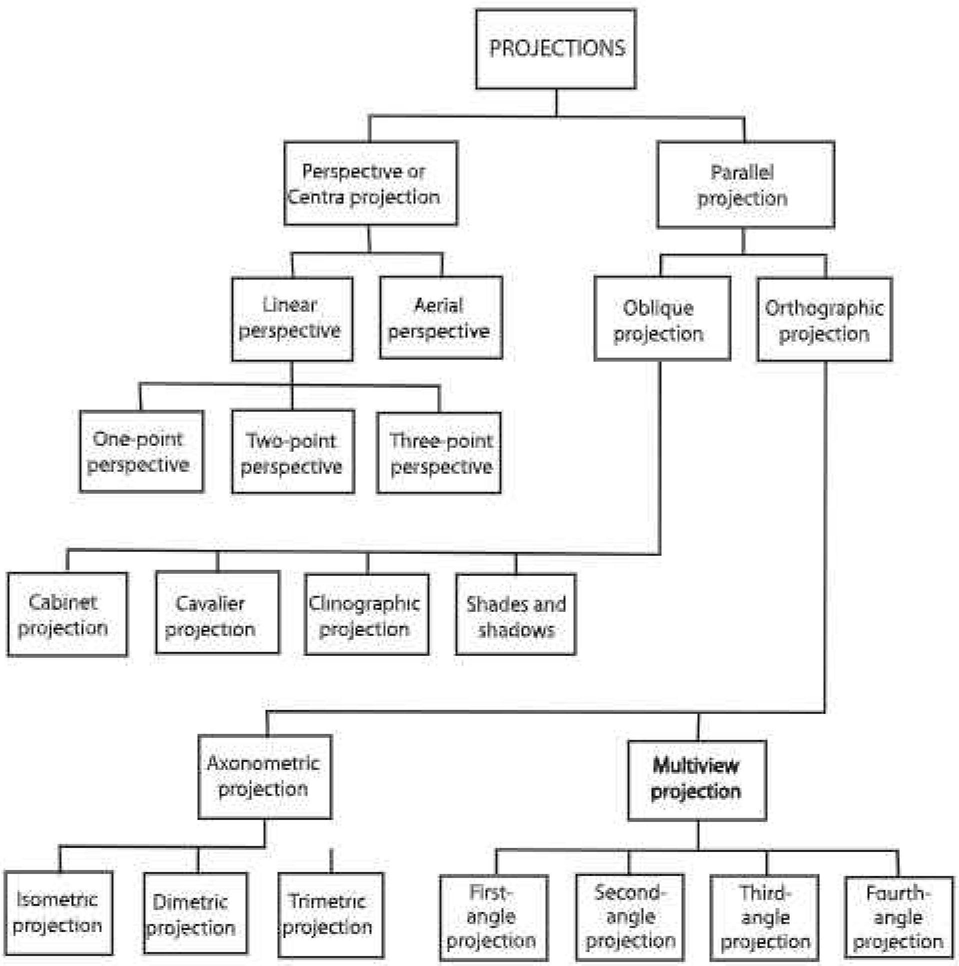
iii) অবলিক প্রজেকশন বা তির্যক অভিক্ষেপ **(Oblique Projection)**

২। অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন বা সমরূপীয় অভিক্ষেপ দুই প্রকার । যথা

i) প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ **(First Angle Projection)**

ii) তৃতীয় কোণীয় অভিক্ষেপ **(Third Angle Projection)**

১০.৩ অভিক্ষেপের শ্রেণিবিভাগ (Classification of Projection)



চিত্র ১০.৩ অভিক্ষেপ বা প্রজেকশনের শ্রেণিবিভাগ

২০২৫

১০.৪ বিন্দুর অভিক্ষেপ অংকন (অনুভূমিক ও উল্লম্ব)

সরলরেখার লম্ব অভিক্ষেপ অংকনের পদ্ধতি

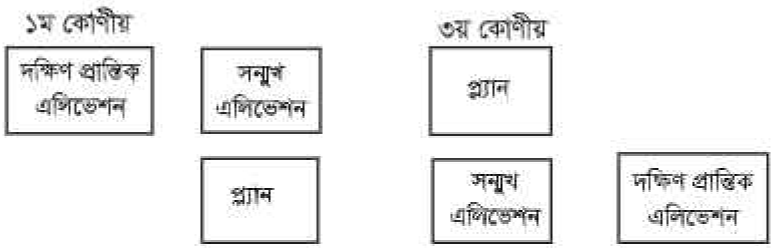
প্রত্যেকটি রেখা বস্তুত কতকগুলো বিন্দুর সমষ্টি। সুতরাং কোনো তলের উপর রেখার প্রজেকশন বা লম্ব অভিক্ষেপ এর রশ্মি দিয়ে ঐ সব বিন্দুর 'প্রজেকশন' বা লম্ব অভিক্ষেপ এর সমষ্টিকে বোঝায়। প্রজেকশন-এর এ সমষ্টি একটি সরলরেখা হয় এবং এর দৈর্ঘ্য কার্যত রেখার দুইটি প্রান্ত-বিন্দুর ন্যুনতম দূরত্ব হয়। অতএব কোনো সরলরেখার প্রান্ত-বিন্দু দুইটি থেকে কোনো তলের উপর প্রজেকশন রেখা টেনে সেগুলোকে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করলে, কার্যত তা ঐ রেখারই প্রজেকশন হয়ে থাকে। একটি সরলরেখা অনুভূমিক তল (H.P) ও উল্লম্ব তলের (V.P) অন্তরবর্তী স্থানে বিভিন্ন প্রকারে অবস্থান করতে পারে। যেমন-

১) উভয় তলের সমান্তরাল রূপে (চিত্র ১০.৫ থেকে ১০.৫.১)
২) একটি তলের সমান্তরাল রূপে অপর তলের সাথে এক সমকোণে (চিত্র ১০.৫.৫ থেকে ১০.৫.৬
৩) একটি তলের সমান্তরাল রূপে এবং অপর তলের সাথে এক সমকোণে (চিত্র ১০.৫.৭ থেকে ১০.৫.৮)

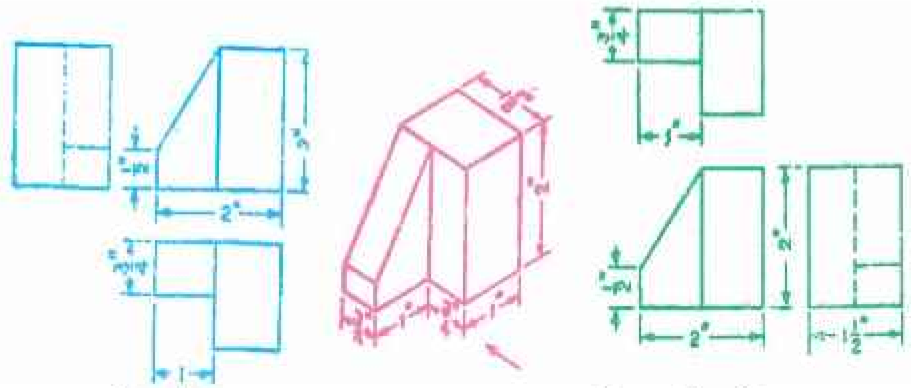
এদের 'প্লান' ও 'সম্মুখ এলিভেশন' এবং এ সম্পর্কে তথ্য কয়েকটি উদাহরণের সাহায্যে নিচে আলোচনা করা হলো । পার্থক্য বোঝানোর জন্য এখানে যা 'প্রজেকশন' নীতির 'প্রথম কোণ'(First Angle) প্রথায় অঙ্কিত তাদের উদাহরণকে (ক) দিয়ে এবং যা 'তৃতীয় কোণ' (Third Angle) প্রথায় অংকিত এদের উদাহরণকে (খ) দিয়ে দেখান হয়েছে। এছাড়া উভয়ের মূল বিষয় একই বলে বর্ণনা কেবল (ক) এর ক্ষেত্রে দেওয়া হয়েছে। (খ)-এর ক্ষেত্রে এর পুনরুক্তি করা হয়নি।

মনে রাখা প্রয়োজন যে অভিক্ষেপ তলগুলো পরস্পর ছেদ করলে চারটি সমকোণের সৃষ্টি হয়। ১ম কোণের মান দাঁড়ায় 0° থেকে 90°, ৩য় কোণের মান 180° থেকে 270° (বৃত্তের সর্বমোট কোণের মান 360°)। এমতাবস্থায়, ১ম কোণীয় অভিক্ষেপের ক্ষেত্রে H.P, V.P, P.P (Profile plane) এ তিনটি প্রধান তলে বস্তুটির অবস্থান অংকিত হয়।

প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে বস্তুটির চিত্র তার বিপরীত তলে আঁকতে হয়। অপরদিকে ৩য় কোণীয় পদ্ধতিতে যে দিক থেকে বস্তুটিকে দেখা হচ্ছে সে দিকের তলে দৃশ্যটি আঁকতে হবে। ১ম কোণীয় পদ্ধতি সনাতনি বৃটিশ পদ্ধতি এবং ৩য় কোণীয় পদ্ধতিটি আমেরিকান পদ্ধতি। চিত্র ১০.৪.২-এ ১ম ও ৩য় কোণীয় অভিক্ষেপের ছক দেখানো হয়েছে এবং উক্ত ছক মাফিক চিত্র ১০.৪.৩ এ একটি ইঞ্জিনিয়ারিং পার্টস-এর ১ম কোণীয় ও ৩য় কোণীয় প্রজেকশন দেখান হলো। আমাদের দেশে ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইংয়ের বেলায় ১ম কোণীয় পদ্ধতি বহুলভাবে ব্যবহৃত হয়।



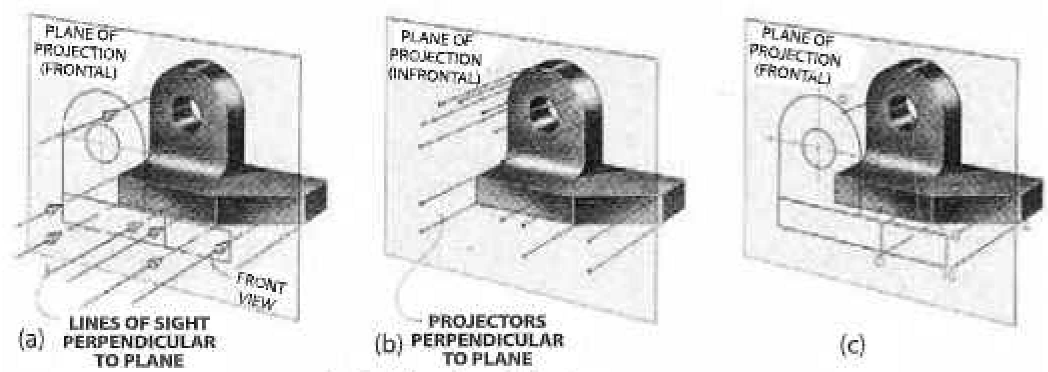
চিত্র ১০.৪.১ (ক) প্রথম কোণীয় প্রজেকশন ও (খ) তৃতীয় কোণীয় প্রজেকশন



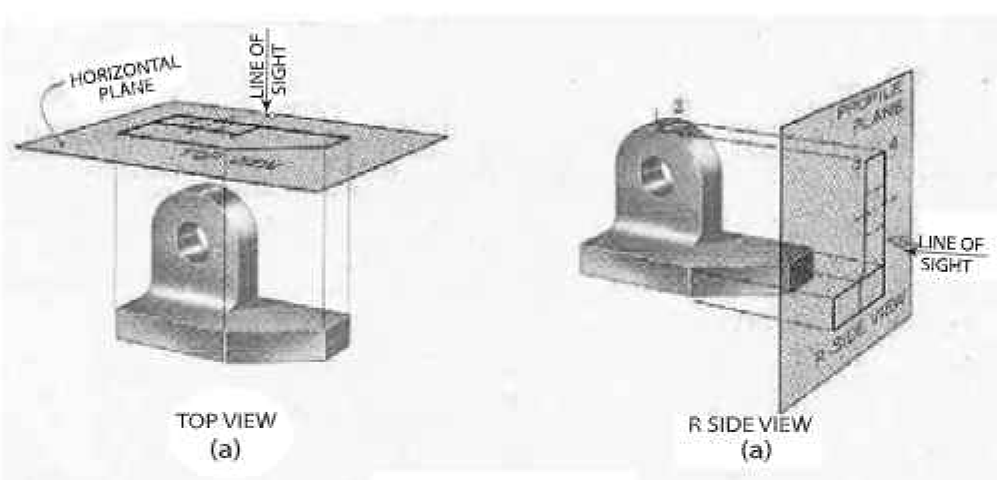
প্রথম কোণীয় ৩টি প্রধান দৃশ্য তৃতীয় কোণীয় ৩টি প্রধান দৃশ্য

চিত্র ১০.৪.২ বস্তুটিকে তীর চিহ্নিত দিক ফ্রন্টভিউ নির্দেশ করা হলো

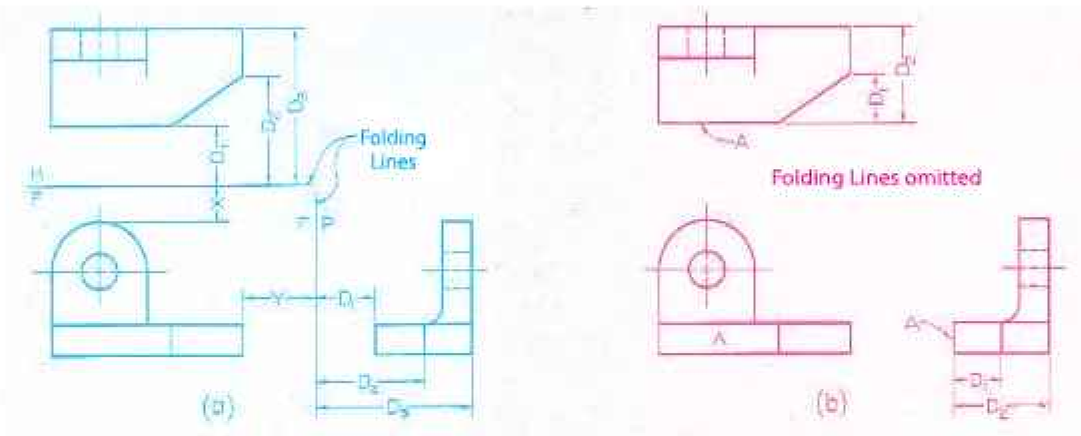
⊙ একটি অবজেক্টকে ফোল্ডিং লাইনের মাধ্যমে তৃতীয় কোণীয় প্রজেকশন দেখানো হলো



Projection of an Object.



Top and Right- Side Views.



Folding Lines.

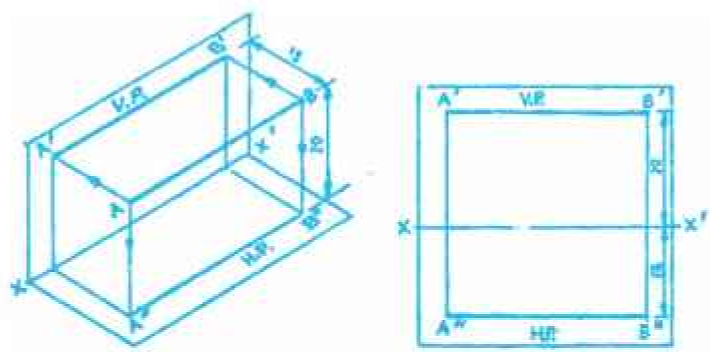
চিত্র ১০.৪.৩ তৃতীয় কোণীয় প্রজেকশন

⊙ সরলরেখার প্লান ও সম্মুখ এলিভেশন অংকন

উদাহরণ ১। (ক) AB সরলরেখা অনুভূমিকতল থেকে 20 মি.মি. উপরে এবং উল্লম্বতল থেকে 15 মি.মি. সম্মুখে উভয় তলের সমান্তরালরূপে অবস্থিত (চিত্র ১০.৪.৪)।

এখানে AB রেখার প্রান্ত-বিন্দু AB এর উল্লম্ব তলের উপর প্রজেকশন A′ ও B′ ফলে এদের সংযোজক A′B′ রেখা AB এর সম্মুখ এলিভেশন হয়েছে।

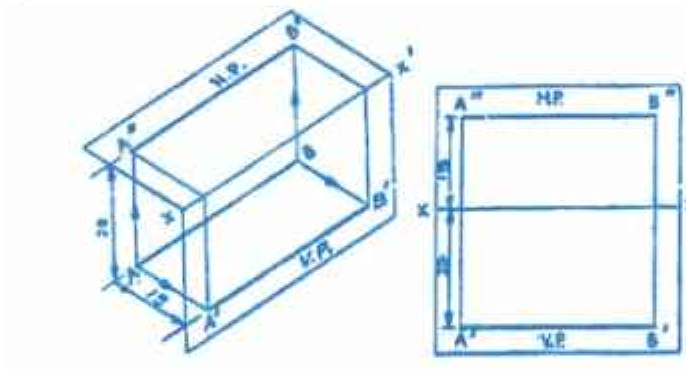
এটি ভূমি-রেখা XX′এর সমান্তরাল। অনুরূপভাবে AB রেখার প্রান্তবিন্দু A ও B এর অনুভূমিক তলের উপর প্রজেকশন A″ B″। ফলে এদের সংযোজক রেখা A″ B″ রেখা AB এর 'প্লান' তেরি হয়েছে। এটিও ভূমি রেখা XX′ সমান্তরাল। যেহেতু, AB উভয় তলের সমান্তরাল এবং AA′B′ B ও AA″B″B উভয়ই আয়তক্ষেত্র। সুতরাং এস্থানে A′B′ এর এবং A″B″ এর দৈর্ঘ্য AB এর প্রকৃত দৈর্ঘ্যের (True Length) সমান।



চিত্র ১০.৪.৪ প্রথম কোণীয় পদ্ধতি

উদাহরণ ১। (খ) AB সরলরেখা অনুভূমিকতলের 20 মি.মি. নিচে এবং উল্লম্বতলের 15 মি.মি. পশ্চাতে উভয় তলের সমান্তরালরূপে অবস্থিত ।

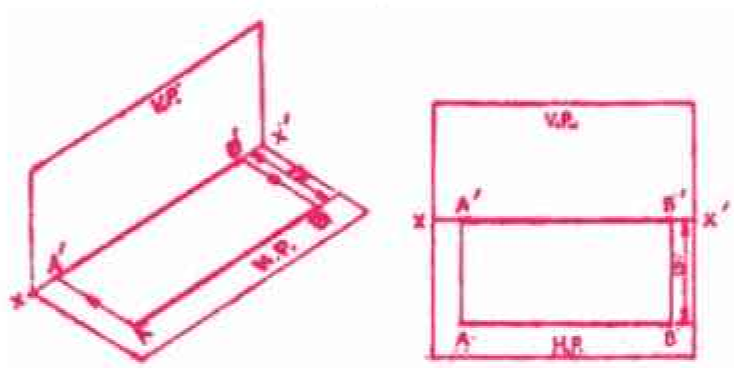
বর্ণনা ঃ উদাহরণ ১ (ক) এর অনুরূপ (চিত্র ১০.৪.৫)।



চিত্র ১০.৪.৫ তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতি

উদাহরণ ২। (ক) AB সরলরেখা উল্লম্বতল থেকে 15 মি.মি. সম্মুখে উভয় তলের সমান্তরালরূপে অনুভূমিকতলে অবস্থিত।

এখানে AB সরলরেখার A ও B প্রান্তবিন্দু দুইটির উল্লম্বতলের উপর প্রজেকশন A′ ও B′। ফলে A′B′ রেখা AB এর' সম্মুখ এলিভেশন' হয়েছে। AB রেখাটি ভূমিতলে অবস্থিত বলে, এই A′B′ রেখা ভূমিতে খাড়া XX′ এর সাথে মিশে গিয়েছে এবং এর প্লান AB নিজ স্থানে হয়েছে। এখানে AA′B′B একটি আয়তক্ষেত্র বলে সম্মুখ এলিভেশন A′B′ এর এবং প্লানের দৈর্ঘ্য, প্রদত্ত রেখা AB এর প্রকৃত দৈর্ঘ্যের সমান। (চিত্র ১০.৪.৬)

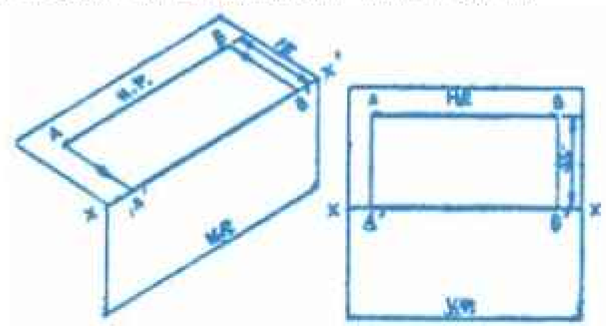


চিত্র ১০.৪.৬

উদাহরণ ২। (খ) AB সরলরেখা উল্লম্বতলের 15 মি.মি. পশ্চাতে উভয় তলের সমান্তরালরূপে অনুভূমিকতলে অবস্থিত ।

(চিত্র ১০.৪.৭) বর্ণনা ঃ উদাহরণ ২(ক)-এর অনুরূপ

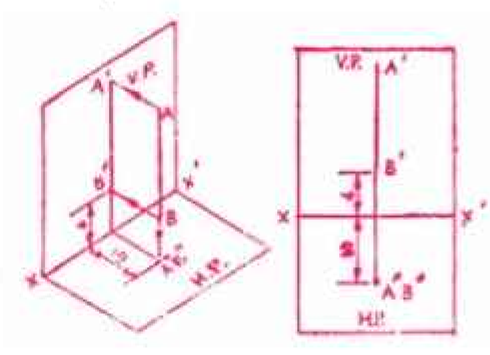
দ্রষ্টব্য: উদাহরণ ১(ক) ও (খ) এবং ২ (ক) ও (খ) থেকে প্রমাণিত হয় যে, কোনো সরলরেখা উল্লম্বতলের সমান্তরালরূপে থাকা অবস্থায় অনুভূমিকতল [(ক) এর স্থলে ভূমি তল থেকে যত উঁচুতে (খ)-এর স্থলে নিচে] থাকুক না কেন, প্লানে রেখাটির প্রজেকশনের দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবর্তন হয় না। অনুরূপভাবে কোনো সরলরেখা অনুভূমিকতলের (বা ভূমি-তলের) সমান্তরালরূপে থাকা অবস্থায় উল্লম্বতল থেকে যতই সম্মুখে [(খ) এর স্থলে পশ্চাতে] থাকুক না কেন, সম্মুখ এলিভেশনে এর প্রজেকশনের দৈর্ঘ্য একই থাকে। অর্থাৎ রেখাটি তল থেকে কত পশ্চাতে বা কত সম্মুখে আছে তার উপর এর প্রজেকশনের দৈর্ঘ্যের মান নির্ভর করে না।



চিত্র ১০.৪.৭ তৃতীয় কোণীয়

উদাহরণ ৩। (ক) AB সরলরেখা অনুভূমিকতল থেকে 6 মি.মি. উপরে লম্বভাবে এবং উল্লম্বতলের 10 মি.মি. সম্মুখ এর সমান্তরালরূপে অবস্থিত। (চিত্র ১০.৪.৮)

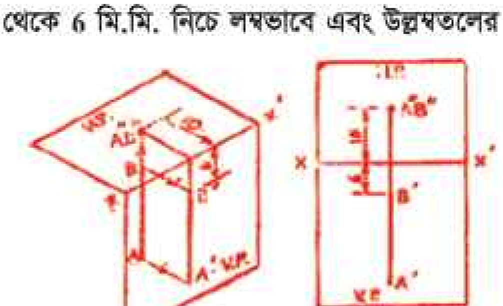
কোন সরলরেখা যখন একটি তলের উপর লম্বভাবে অবস্থান করে তখন তা অপর তলের সমান্তরাল হয়। এখানে AB সরলরেখাটির A ও B প্রান্ত-বিন্দু দুইটি থেকে অনুভূমিকতলের উপর টানা প্রজেকশন রেখা পরস্পর মিশে যাওয়ায় প্লান-এ বিন্দু দুইটি একটি বিন্দু A″B″-এ পরিণত হয়েছে কিন্তু উল্লম্বতলের উপর টানা প্রজেকশন রেখার মাধ্যমে। এর সম্মুখ এলিভেশন A′B′ সরলরেখা হয়েছে। এই A′B′ এর দৈর্ঘ্য প্রদত্ত রেখা AB এর প্রকৃত দৈর্ঘ্যের সমান কারণ, AA′B′B একটি আয়তক্ষেত্র এবং এটি ভূমি রেখা XX′এর সাথে এক সমকোণে অবস্থিত।



চিত্র ১০.৪.৮ প্রথম কোণীয় পদ্ধতি

উদাহরণ ৩। (খ) AB সরলরেখা অনুভূমিক তল থেকে 6 মি.মি. নিচে লম্বভাবে এবং উল্লম্বতলের 10 মি.মি. পশ্চাতে এর সমান্তরালরূপে অবস্থিত ।

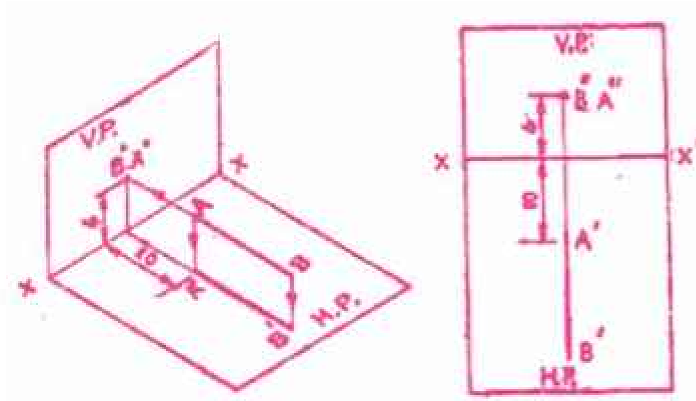
বর্ণনা: উদাহরণ ৩ (ক) এর অনুরূপ (চিত্র ১০.৪.৯)



চিত্র ১০.৪.৯ তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতি

উদাহরণ ৪। (ক) AB সরলরেখা অনুভূমিকতলের 6 মি.মি. উপরে এর সমান্তরালরূপে এবং উল্লম্বতল থেকে 10 সম্মুখে লম্বভাবে অবস্থিত।

এখানে উল্লম্বতলের উপর রেখাটি সম্মুখ এলিভেশন B″A″একটি বিন্দু এবং অনুভূমিকতলের উপর এর প্লান A′B′ একটি সরলরেখা। এই A′B′ এর প্রকৃত দৈর্ঘ্যের সমান। কারণ AA′ B′B একটি আয়তক্ষেত্র। এটি ভূমি রেখা XX′ এর সাথে লম্বভাবে অবস্থিত। (চিত্র ১০.৪.১০)

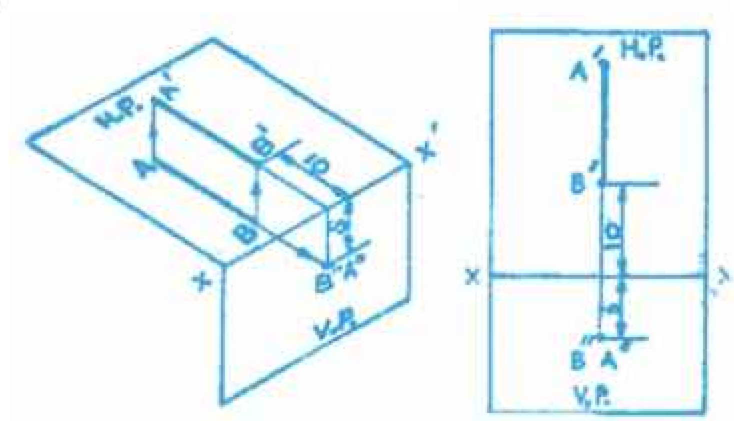


চিত্র ১০.৪.১০ প্রথম কোণীয় পদ্ধতি

উদাহরণ ৪। (খ) AB সরলরেখা অনুভূমিক তলের 6 মি.মি. নিচে এর সমান্তরালরূপে এবং উল্লম্বতলের 10 মি.মি. পশ্চাতে এর সাথে লম্বভাবে অবস্থিত। (চিত্র ১০.৪.১১)

বর্ণনা ঃ উদাহরণ ৪ (ক) এর অনুরূপ।

দ্রষ্টব্য ঃ উদাহরণ ৩ (ক) ও (খ) এবং ৪ (ক) ও (খ) থেকে প্রমাণিত হয় যে, যদি কোনো রেখা একটি তলের সাথে এক সমকোণে অবস্থান করে, তাহলে এ তলের উপর প্রজেকশনের দৈর্ঘ্য সরলরেখা হয় এবং এর দৈর্ঘ্য প্রকৃত দৈর্ঘ্যের সমান হয়ে থাকে। উপরন্তু এটি ভূমি রেখার সাথে এক সমকোণে অবস্থান করে।



চিত্র ১০.৪.১১ তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতি

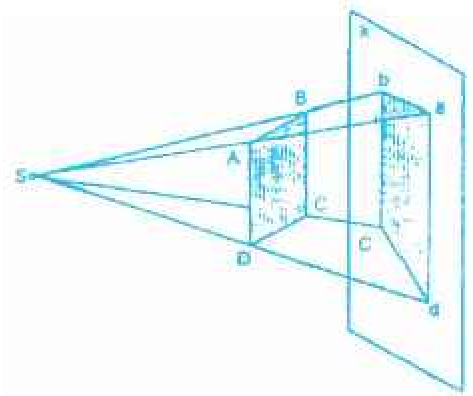
১০.৫ তলের অভিক্ষেপ অংকন (অনুভূমিক ও উল্লম্ব)

বস্তুর প্রতি দৃষ্টি নিক্ষেপ দুই ভাবে হতে পারে। যেমন

১) এককেন্দ্রিক দৃষ্টি অভিক্ষেপ   ২) সমান্তরাল দৃষ্টি অভিক্ষেপ

১) এককেন্দ্রিক দৃষ্টি অভিক্ষেপ

চিত্র ১০.৫-এ শূন্যে কোন বিন্দু S, উল্লম্বতল K এবং ABCD একটি চতুর্ভুজ কল্পনা করা হলে (AD ও BC বাহু K এর সমান্তরাল) S বিন্দু থেকে নিক্ষিপ্ত দৃষ্টি অভিক্ষেপ K তলে abcd রূপ ধারণ করবে। ঘরের দেয়ালের সম্মুখে একটি বই রেখে সামান্য দূর থেকে আলো ফেললে দেয়ালের গায়ে বইটির অনুরূপ ছায়া পড়বে। এক্ষেত্রে, S = অভিক্ষেপের কেন্দ্র বিন্দু (Center of Projection) K = অভিক্ষেপ তল (Plane of Projection) Sa, Sb, Sc ও Sd = অভিক্ষেপের রেখা বা প্রজেক্টরস (Projectors) মানুষের চোখ এক কেন্দ্রিক দৃষ্টি অভিক্ষেপ পদ্ধতি অনুসরণ করে। এ জন্য আমরা নিকটবর্তী রেল লাইনকে চওড়া ও দূরবর্তী অংশকে এক বিন্দুতে মিলিত অবস্থায় দেখি।



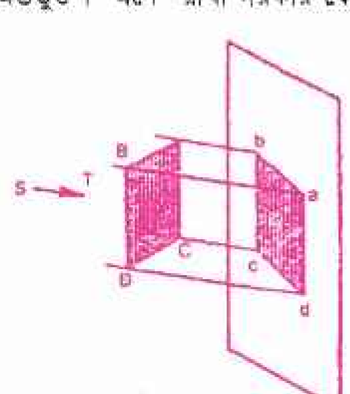
চিত্র ১০.৫ এককেন্দ্রিক দৃষ্টি অভিক্ষেপ

২) সমান্তরাল দৃষ্টি অভিক্ষেপ

চিত্র ১০.৫.১ এর দৃষ্টান্তে দৃষ্টির কেন্দ্রবিন্দু S কে উঠিয়ে দিয়ে দূর থেকে ABCD চতুর্ভুজটির প্রতিটি কোণে সমান্তরাল দৃষ্টি নিক্ষেপ করলে K তলে একই রকমের abcd অভিক্ষেপ পাওয়া যাবে। এ সমান্তরাল দৃষ্টি অভিক্ষেপ পদ্ধতি টেকনিক্যাল ড্রইং তৈরি করার জন্য বহুলভাবে ব্যবহৃত হয়।

উল্লেখিত রীতি অনুযায়ী আমরা নির্মিতব্য বস্তুর আইসোমেট্রিক, অবলিক ও পার্সপেকটিভ ভিউ পেয়ে থাকি। এই ৩ প্রকার দৃশ্য পিকটোরিয়াল ড্রইংয়ের অন্তর্ভুক্ত। মনে রাখা দরকার যে, পিকটোরিয়াল ড্রইং দ্বারা বস্তুটির চিত্রতুল্য ধারণা প্রদান করা হয়। কিন্তু প্রকৃত মাপ প্রদানের জন্য সমান্তরাল দৃষ্টি অভিক্ষেপের সাহায্যে এর প্লান ও এলিভেশনসমূহ আঁকা হয়।

অভিক্ষেপ রেখাগুলো যখন উলম্বতল (Vertical Plane) ও অনুভূমিকতল (Horizontal Plane) বা এর সাথে লম্ব আকারে অংকিত হয় তখন আমরা অর্থোগ্রাফিক ভিউ পেয়ে থাকি। (চিত্র ১০.৫.১) চিত্র ১০.৫.১ এ উল্লম্বতলে (V.P) আয়তক্ষেত্রটির যে রেখাচিত্র অর্থাৎ আউট লাইন পাওয়া গেল তাই-ই আয়তক্ষেত্রটির প্রজেকশন এবং কল্পিত দৃষ্টি রেখাগুলোই প্রজেক্টর। অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনে প্রজেক্টরগুলো V.P ও H.P তলের উপর অবশ্যই লম্ব হতে হবে।



চিত্র ১০.৫.১ সমান্তরাল দৃষ্টি অভিক্ষেপ

⊙ ঘনবস্তুর দৃশ্য অঙ্কন পদ্ধতি

অঙ্কন পদ্ধতিকে সহজ করার জন্য ঘনবস্তুর গঠন সম্বন্ধে কিছু কল্পনার আশ্রয় নিতে হয়। যেমন ঃ

ক) বিন্দুর সমন্বয় সব কিছুর সৃষ্টি ।

খ) সারিবদ্ধ বিন্দু রেখার সৃষ্টি করে ।

গ) অসংখ্য রেখা একটি তলের জন্ম দেয়।

ঘ) অসংখ্য তলের সমন্বয়ে ঘনবস্তুর সৃষ্টি হয়।

উপরের আলোচনা থেকে আমরা বুঝতে পারি যে, শূন্যে কোনো কিছু অবস্থান করছে এরূপ কল্পনা করলে ছয় দিক থেকে তার ৬ টি দৃশ্য দেখা যাবে। যেমন -

১) উপরের দৃশ্য (Top View or Plan)

২) নিচের দৃশ্য (Bottom View)

৩) ডান দিকের দৃশ্য (Right Side View)

৪) বাম দিকের দৃশ্য (Left Side View)

৫) সম্মুখ দৃশ্য (Front View or Front Elevation)

৬) পশ্চাৎ দৃশ্য (Rear View)

১। অনুভূমিকতল (Horizontal Plane বা সংক্ষেপে H.P.)

যে তল ভূমিতলের সমান্তরাল থাকে, সেটাই অনুভূমিক তল। যেমন- ঘরের মেঝে, টেবিলের উপরিভাগ ইত্যাদি ।

২। উল্লম্বতল (Vertical Plane বা সংক্ষেপে V.P.)

যে তল ভূমিতলের সহিত এক সমকোণ উৎপন্ন করে বা এর উপরে লম্বভাবে অবস্থিত থাকে, সেটাই উল্লম্বতল। যেমন- ঘরের দেয়াল বা প্রাচীর। এ উল্লম্ব ও অনুভূমিকতল দুইটির সংযোগ রেখাকে ভূমি-রেখা বা (Ground Line) বলে (চিত্র ১০.৫.২)। পরের দৃশ্য অংকন কালে এটাকেই XX" রেখা দ্বারা সূচিত করা হয়েছে।



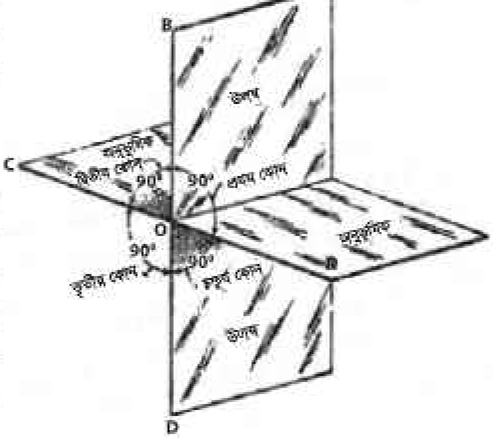
চিত্র ১০.৫.২ অনুভূমিক ও উল্লম্ব তল

⊙ প্রথম ও তৃতীয় কোণ বিষয়ক অভিক্ষেপ (First and Third Angle Projection)

অনুভূমিক (Horizontal) এবং উল্লম্ব (Vertical) তল দুইটিকে বর্ধিত করলে চারটি দ্বিতল কোণ (Di-Hedral) উৎপন্ন হয় (চিত্র ১০.৫.৩-এ AOB, BOC, COD এবং DOA দিয়ে দেখানো হয়েছে)। এই কোণ কয়টিকে যথাক্রমে প্রথম, দ্বিতীয়, তৃতীয় এবং চতুর্থ কোণ বলে।

ব্রিটিশ পদ্ধতিতে, বস্তুটি 'প্রথম কোণ' (এখানে AOB) দিয়ে দখলকৃত স্থানের মধ্যে অবস্থিত থাকে, এটা ধারণা করা হয় এবং বস্তু হতে অনুভূমিক ও উল্লম্ব তলের উপর লম্ব রেখা অভিক্ষিপ্ত করে (অর্থাৎ,'প্রজেকশন' রেখা টেনে) দৃশ্য নেওয়া হয়ে থাকে। এ পদ্ধতিকে 'প্রথম কোণ বিষয়ক অভিক্ষেপ' চিত্র ১০.৪.১ (ক) বা 'ফার্স্ট এঙ্গেল প্রজেকশন' (First Angle Projection) পদ্ধতি বলে। এখানে লক্ষ করার বিষয় এই যে, এতে বস্তুটি তল (Plane) এবং দর্শকের অন্তর্বর্তী স্থানে অবস্থান করে এবং দৃষ্টি-রেখা বস্তুকে অতিক্রম করে তলের উপর পতিত হয়। অর্থাৎ, দৃশ্য (View)-গুলো দর্শক হতে দূরে সরে যায়। 'প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ' প্রথায়, বস্তুটির অবস্থান সম্পর্কে বিশেষভাবে কিছু উল্লেখ না থাকলে, এটা অনুভূমিকতলে অবস্থিত বলে অনুমান করা হয়ে থাকে।

আমেরিকান পদ্ধতিতে, বস্তুটি 'তৃতীয় কোণ'(চিত্র ১০.৫.৩-তে COD দিয়ে দেখানো হয়েছে) দিয়ে দখলকৃত স্থানের মধ্যে অবস্থিত থাকে, এটা অনুমান করা হয় এবং প্রজেকশন রেখাকে বস্তু হতে দ্রষ্টার দিকে অনুভূমিক এবং উল্লম্বতল দুটির উপর টেনে এনে দৃশ্য নেওয়া হয়ে থাকে। এই নীতিকে 'তৃতীয় কোণ বিষয়ক অভিক্ষেপ 'বা' থার্ড এঙ্গেল প্রজেকশন' (Third Angle Projection) পদ্ধতি বলে। এখানে লক্ষ করার বিষয় এই যে, এতে তল (Plane) টি বস্তু ও দর্শকের অন্তরবর্তী স্থানে অবস্থান করে এবং দৃষ্টি-রেখা তলকে ভেদ করে বস্তুতে এসে পৌছায়। অর্থাৎ, দৃশ্য (View) গুলো দর্শকের দিকে অগ্রসর হয়ে আসে (চিত্র ১০.৫.৩)।



চিত্র ১০.৫.৩ প্রথম ও তৃতীয় কোণ অভিক্ষেপ

তৃতীয় কোণ বিষয়ক 'অভিক্ষেপ' প্রথায় বস্তুকে অনুভূমিকতলের (H.P.) নিচের এবং এর সমান্তরাল একটি তলে অবস্থিত বলে অনুমান করা হয়ে থাকে। এ তলটিকে 'ভূমি-তল' (Ground Plane - সংক্ষেপে G.P.) বলে। এ তল এবং উল্লম্বতল (V.P) এ দুইয়ের সংযোগ রেখাকে সাধারণতভাবে 'ভূমি-তল রেখা' (GL) বলা যেতে পারে (চিত্র ১০.৫.৪) পরে, দৃশ্য অংকন অধ্যায়ে একেই GL দ্বারা সূচিত করা হয়েছে। ভূমি-তল (G.P.) অনুভূমিক তল (H.P.) হতে কত নিচে অবস্থিত, এটা জানা থাকলে সে অনুযায়ী এই GL রেখা সহজেই টানা যায়। কিন্তু এটা জানা না থাকলে, বস্তুটির উচ্চতা অনুমান করে ভূমি-রেখা হতে উপযুক্ত দূরত্বে এটা টানা হয়ে থাকে। এ ছাড়া যেখানে বস্তুটি প্রকৃত উল্লম্বতলের পশ্চাতে অবস্থিত বলে প্রকাশ থাকে, ঐখানে এই প্রকৃত উল্লম্বতলের

পশ্চাতে আর একটি উল্লম্বতলের অবস্থান কল্পনা করা হয়। একে ১০.৫.৪ চিত্রে YY' দ্বারা সূচিত করা হয়েছে।

উপরে বর্ণিত নীতি দুইটি একটি ঘন বস্তুর উদাহরণ দিয়ে আলোচনা করা হলো। প্রত্যেকটি ঘন বস্তু প্রকৃতপক্ষে কয়েকটি পৃষ্ঠতল বা উপরিভাগের (Surface) সমষ্টি এবং এদের একটি অপরটির সহযোগে যে যে ধারগুলো (Edges) উৎপন্ন করে ড্রইং-এ সেগুলোকে রেখা দিয়ে দেখান হয়ে থাকে। সুতরাং, 'ঘনবস্তুর প্রজেকশন' দ্বারা মূলতঃ ঐ ধার -সূচক রেখাগুলোর অভিক্ষেপকেই বোঝায়।



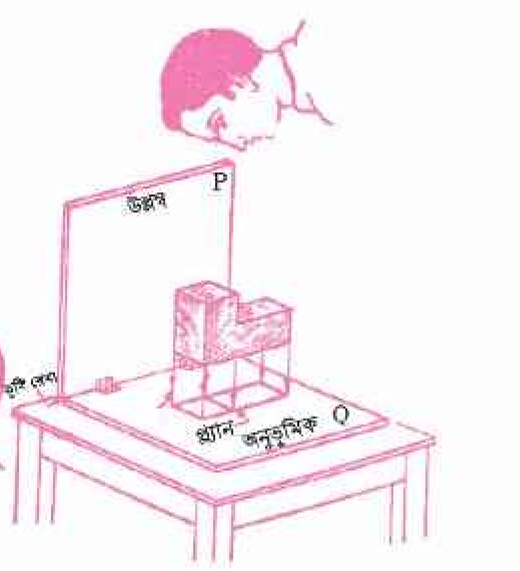
চিত্র ১০.৫.৪

ঘন বস্তু সম্পর্কে লক্ষ করার বিষয় এই যে, এর পরিচয়ের জন্য সর্বদা **তিনটি মাপ** প্রয়োজন হয়। যথা ঃ **১) দৈর্ঘ্য ২) প্রস্থ বা বিস্তার ৩) উচ্চতা বা বেধ।**

কিন্তু যে কাগজের উপর একে অংকন করা হয় এতে একটি মাত্র তল বর্তমান এবং এতে দুটি মাপ- দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ পাওয়া সম্ভব। তিনটি মাপ-বিশিষ্ট বস্তুকে দুইটি মাপ-বিশিষ্ট একটি মাত্র তলের উপর লম্ব অভিক্ষেপ নীতিতে একযোগে দেখান সম্ভব হয় না। এর জন্য অন্ততঃ দুইটি তল বা পরোক্ষভাবে দুইটি দৃশ্য প্রয়োজন হয়। এ কারণে এক্ষেত্রে দুইটি তলের উপর লম্বভাবে অভিক্ষিপ্ত দুইটি দৃশ্য নেওয়ার এবং এদেরকে কাগজের উপর অন্ততঃ দুইটি চিত্র দিয়ে সূচিত করার প্রয়োজন হয়।



চিত্র ১০.৫.৫ অনুভূমিকতল



চিত্র ১০.৫.৬ উল্লম্বতল

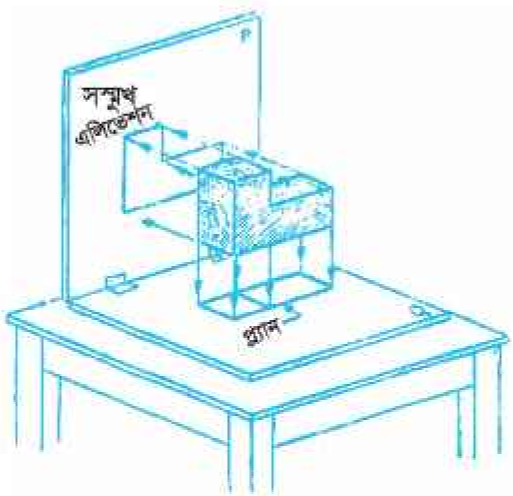
'প্লান' (Plan) থেকে ঘন বস্তুর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ, 'সম্মুখ দৃশ্য' বা 'ফ্রন্ট এলিভেশন' (Front Elevation) দৃশ্য থেকে এর দৈর্ঘ্য ও উচ্চতা এবং প্রান্তিক বা পার্শ্ব দৃশ্য (End View) হতে এর প্রস্থ ও উচ্চতা পাওয়া যায়।

সাধারণত ঘন বস্তুর পরিচয়ের জন্য দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা মাপ দেখাতে 'সম্মুখ দৃশ্য' ও 'প্লান' যথাক্রমে চিত্র (১০.৫.৭ ও ১০.৫.৮) অঙ্কন করা হয়ে থাকে। নিচে এ দুইটি দৃশ্য সম্পর্কে আলোচনা করা হলো ঃ

প্রথম কোণ বিষয়ক লম্ব অভিক্ষেপ (First Angle Orthographic Projection)

পরস্পরের সাথে কব্জা (Hinge) দিয়ে যুক্ত 'ড্রইং বোর্ড' (Drawing Board)- এর অনুরূপ দুইটি প্রশস্ত কাঠের খণ্ড (P.Q) এবং চারকোণা একটি টেবিলকে ঘরের একটি দেয়াল-এর সাথে মিলিয়ে রেখে এর উপর ঐ কাঠের খণ্ড দুইটিকে এমনভাবে ভাঁজ করে রাখি যাতে Q টেবিলের উপরিভাগের সাথে এবং P দেওয়াল-এর সাথে মিলে, টেবিলের উপরিভাগ ভূমির সমান্তরাল এবং দেয়াল-এর উপরিভাগ ভূমির উপর লম্বভাবে অবস্থিত হয়। সুতরাং, এখানে Q 'অনুভূমিকতল' (Horizontal Plane)-কে এবং P 'উল্লম্বতল' (Vertical Plane)-কে সূচিত করেছে।

যে ঘন বস্তুটির অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য অঙ্কন করতে হবে, ধরি ওটা P এবং Q-এর অন্তর্বর্তী স্থানে ঝুলান আছে। এখন বস্তুটির প্রত্যেকটি ধার থেকে এবং প্রকারান্তরে এর প্রত্যেকটি কোণ-বিন্দু থেকে প্রথমে P এবং Q-এর উপর এক সমকোণে অর্থাৎ 90°-তে সরলরেখা টানি। রেখাগুলো P ও Q-কে যে যে বিন্দুতে ছেদ করল, এদেরকে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করলে ঐ রেখাগুলো দিয়ে সীমাবদ্ধ চিত্রই অংকনীয় অর্থগ্রাফিক দৃশ্য চিত্র ১০.৫.৭ ও ১০.৫.৮ হলো। এখানে লক্ষণীয় যে, এ চিত্র দুইটি প্রকৃত পক্ষে বস্তুটির ঠিক সম্মুখ থেকে অনুভূমিকভাবে (Horizotally) অর্থাৎ দৃষ্টিকে ভূমির সমান্তরালরূপে রেখে, উল্লম্বতলের দিকে (চিত্র ১০.৫.৭) এবং ঠিক উপর হতে লম্বভাবে (Vertically) অর্থাৎ দৃষ্টিকে উল্লম্বতলের সমান্তরালরূপে রেখে ভূমিতলের দিকে (চিত্র ১০.৫.৮) দৃষ্টিপাত করলে যে প্রকারে দেখায়, ওটা তাই। সম্মুখ হতে যে প্রকার দেখায় একে ইংরেজিতে ফ্রন্ট এলিভেশন' (Front Elevation) বা 'ফ্রন্টভিউ' (Front View) বলে। বাংলায় একে 'সম্মুখ দৃশ্য বা সম্মুখ এলিভেশন' বলা যেতে পারে। উপর হতে যে প্রকার দেখায় তাকে 'প্লান' (Plan) বা টপভিউ' (Top View) বলে। বাংলায় একে ' শীর্ষদৃশ্য' বলে। সুতরাং পূর্বে P ও Q-এর উপর যে চিত্র দুইটি পাওয়া গিয়েছে তা ঘন বস্তুটির অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য এবং যথাক্রমে তা 'সম্মুখ এলিভেশন' ও 'প্লান' এবং এগুলোকে একত্র করলে চিত্র ১০.৫.৮-এর ন্যায় হবে।



চিত্র ১০.৫.৭ প্লান ও এলিভেশন



চিত্র ১০.৫.৮ প্রথম কোণীয় লম্ব অভিক্ষেপ

এখন যেহেতু কাগজ একটি সমতল ক্ষেত্র, সুতরাং কব্জা দ্বারা যুক্ত P,Q কাঠের খন্ড দুইটিকে টেবিল থেকে সরিয়ে এনে ভূমি-সমান্তরাল একটি তলের উপর বিস্তারিত করলে দৃশ্য দুইটির প্রজেকশন রেখাগুলো পরস্পর মিলে গিয়ে চিত্র ১০.৫.৮ এর ন্যায় দেখাবে। এটাই কাগজের উপর অংকনীয় ঘন বস্তুটির 'সম্মুখ এলিভেশন' এবং 'প্লান' দৃশ্য। দৃশ্য দুইটি লক্ষ করলে দেখা যাবে এখানে 'সম্মুখ এলিভেশন' উপরে এবং 'প্লান' এটার নিচে অবস্থিত থাকে।

⊙ তৃতীয় কোণ বিষয়ক লম্ব অভিক্ষেপ (Third Angle Orthographic Projection)

অনুভূমিক এবং উল্লম্বতল দুইটিকে এখানে কব্জা দিয়ে যুক্ত দুইটি প্রশস্ত সমতল কাঁচের খণ্ড অনুমান করি। ধরি এরা যথাক্রমে P,Q (চিত্র ১০.৫.৯) এই P ও Q খন্ড দুটিকে এমনভাবে স্থাপন করি। যাতে এদের সাহায্যে চিত্র ১০.৫.৫ এ দেখানো COD অর্থাৎ তৃতীয় কোণটি উৎপন্ন হয়। ঘন বস্তুটি থেকে তৃতীয় কোণের অন্তর্বর্তী স্থানে ঝুলান আছে বলে ধরে নিয়ে যথাক্রমে সম্মুখ এবং উপরের দিক থেকে তল দুইটির সাথে এক সমকোণে বস্তুটির প্রতি দৃষ্টিপাত করি।

তল দুইটি এখানে কাঁচ দিয়ে তৈরি বলে বস্তুটির আকার বাহির হতে দেখা যাবে। কেমন দেখা যাবে তা স্থির করার জন্য এখন বস্তুটির প্রত্যেকটি ধার অর্থাৎ, প্রকারান্তরেও প্রত্যেকটি কোণ-বিন্দু হতে নিজের দিকে (অর্থাৎ দর্শকের দিকে) P ও Q-এর উপর এক সমকোণে প্রজেকশন রেখা টানি। এতে, উল্লম্বতলের (Q) উপর টানা প্রজেকশন রেখা দিয়ে গঠিত দৃশ্য 'সম্মুখ এলিভেশন' এবং অনুভূমিকতলের (P) উপর টানা প্রজেকশন রেখা দ্বারা গঠিত দৃশ্য 'প্লান' হলো। এবার যেহেতু কাগজ একটি সমতল ক্ষেত্র, সুতরাং P ও Q কাঁচের খন্ড দুইটিকে সমতল কোনো স্থানের উপর বিস্তারিত করি। এতে দৃশ্য দুইটি যেভাবে সন্নিবেশিত হলো, তাই অংকনীয় আমেরিকান পদ্ধতি-সম্মত তৃতীয় কোণ' বিষয়ক অবস্থান হলো (চিত্র ১০.৫.৯)।



চিত্র ১০.৫.৯

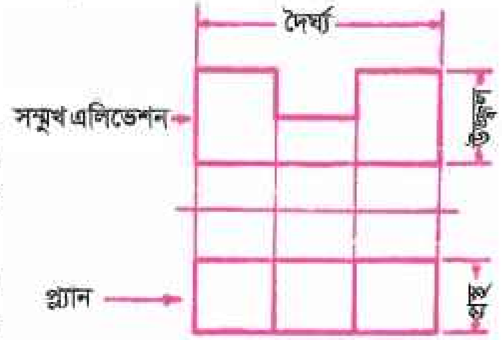


চিত্র ১০.৫.১০ তৃতীয় কোণীয় লম্ব অভিক্ষেপ

লক্ষণীয় যে, এখানে 'প্ল্যান' উপরে এবং 'সম্মুখ এলিভেশন' এর নিচে অবস্থান করছে এবং এ অবস্থান পূর্ববর্ণিত ব্রিটিশ পদ্ধতি সম্মত 'প্রথম কোণ' বিষয়ক অবস্থানের ঠিক বিপরীত অবস্থানে আছে।

⊙ প্রান্তিক এলিভেশন (End Elevation)

কোনো ঘন বস্তুকে বুঝাতে হলে যে দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা মাপ প্রয়োজন হয়, তা 'সম্মুখ এলিভেশন' ও 'প্ল্যান' এ দৃশ্য দুইটি হতে পাওয়া যায় ঠিকই (যেমন- চিত্র ১০.৫.৯), কিন্তু এমন অনেক ঘনবস্তু আছে যাদের গঠন বিভিন্ন প্রকার হলেও এদের 'প্ল্যান' ও 'সম্মুখ এলিভেশন' একই রকম হয়ে যায় (যেমন-চিত্র ১০.৫.১০ এবং ১০.৫.১১)।



চিত্র ১০.৫.১১ প্রান্তিক এলিভেশন

ফলে, এসব ক্ষেত্রে আরও একটি দৃশ্য অংকন অত্যাবশ্যক হয়ে পড়ে। এ ছাড়া ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এমন অনেক জটিল গঠনের বস্তু পাওয়া যায় যাদের ক্ষেত্রে কেবল পূর্বোক্ত 'প্ল্যান' ও 'সম্মুখ এলিভেশন' অংকন করলে বস্তুটির গঠনকে স্পষ্টভাবে বোঝানো যায় না। এর জন্য আর একটি দৃশ্য অংকনের প্রয়োজন হয়। এ অতিরিক্ত দৃশ্যটি সাধারণত বস্তুটির বাম অথবা ডান দিক থেকে (কোনো কোনো ক্ষেত্রে উভয় দিক হতে)। ভূমি-সমান্তরালভাবে (Horizontally) (চিত্র ১০.৫.১২) দৃষ্টিপাত করে নেওয়া হয়ে থাকে। বামদিক থেকে দৃষ্টিপাত করলে যে দৃশ্য পাওয়া যায় তাকে লেফট এন্ড



চিত্র ১০.৫.১২



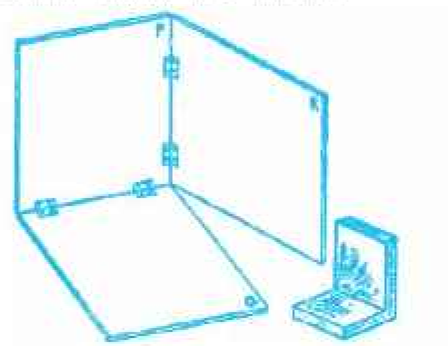
চিত্র ১০.৫.১৩

এলিভেশন' (Left End Elevation) বা লেফট এন্ড ভিউ' (Left End View) (বাংলায়, 'বাম প্রান্তিক এলিভেশন' বা 'বাম-প্রান্তিক দৃশ্য') এবং ডানদিক হতে দৃষ্টিপাত করলে যে দৃশ্য পাওয়া যায় তাকে 'রাইট এন্ড এলিভেশন (Right End Elevation) বা রাইট এন্ড ভিউ' (Right End View) (বাংলায়, 'ডান-প্রান্তিক এলিভেশন' বা 'ডান-প্রান্তিক দৃশ্য') বলে। উভয়কে সাধারণভাবে অনেকে 'সাইড ভিউ' (Side View) বা বাংলায় 'পার্শ্ব দৃশ্য' বলা হয়।

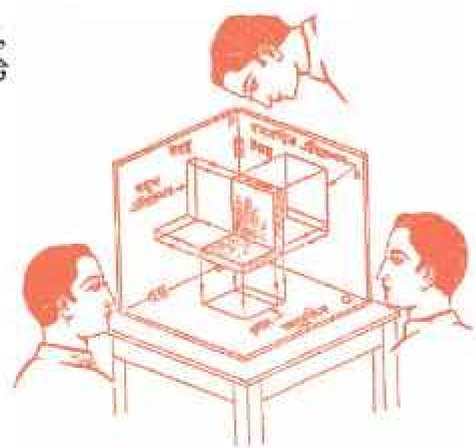
এখন, লম্ব অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে প্রান্তিক দৃশ্যসহ তিনটি দৃশ্যের সমবেত অংকন পদ্ধতি আলোচনা করা হলো।

⊙ প্রথম কোণ বিষয়ক তিনটি দৃশ্য

এখানে, ঘনবস্তু হিসেবে একটি 'এঙ্গেল প্লেট' (Angle Plate) এবং তল হিসেবে ড্রইং বোর্ডের ন্যায় প্রশস্ত P,Q ও R তিনখানি কাঠের খণ্ড নিয়ে মনে করি, এই খণ্ড তিনটিকে চিত্র ১০.৫.১৪ এর ন্যায় পরস্পরের সাথে কজা (Hinge) দ্বারা যুক্ত করা আছে। এ ছাড়াও, চতুষ্কোণ একটি কাঠের টেবিল নিয়ে ঘরের যে কোণটিতে সম্মুখে ও ডানদিকে দেয়াল আছে ঐ কোণে এমনভাবে রাখি, যাতে এর সন্নিহিত দুইটি পার্শ্ব উভয় দেয়ালের সাথে মিলে যায়। এখন, টেবিলটির উপর ঐ পরস্পর যুক্ত কাঠের খণ্ড চিত্র ১০.৫.১৪ তিনটিকে এমনভাবে রাখি যাতে Q খণ্ডটি টেবিলটির উপর ভূমি-সমান্তরাল বা অনুভূমিকভাবে (Horizontally) এবং P ও R খন্ড দুইটি দেয়ালের সাথে মিলে উল্লম্বভাবে (Vertically) অবস্থান করে। এবার, যে ঘন বস্তুটির অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য অংকন করতে হবে তা(এস্থানে, এঙ্গেল প্লেটটি) P, Q ও R-এর অন্তরবর্তী স্থানে ঝুলান আছে বলে ধরে নিই। এখন, এঙ্গেল প্লেটটির প্রত্যেকটি ধার অর্থাৎ, প্রকারান্তরে প্রত্যেকটি কোণ-বিন্দু থেকে যথাক্রমে এই P,Q এবং R-এর উপর লম্ব অর্থাৎ, প্রজেকশন রেখা টানি। এই প্রজেকশন রেখাগুলো দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রই অংকনীয় দৃশ্য এবং যথাক্রমে 'সম্মুখ এলিভেশন', 'প্লান' এবং বাম-প্রান্তিক এলিভেশন' হলো। দৃশ্য তিনটি একত্রিত চিত্র ১০.৫. ১৫-এর ন্যায় দেখায়।

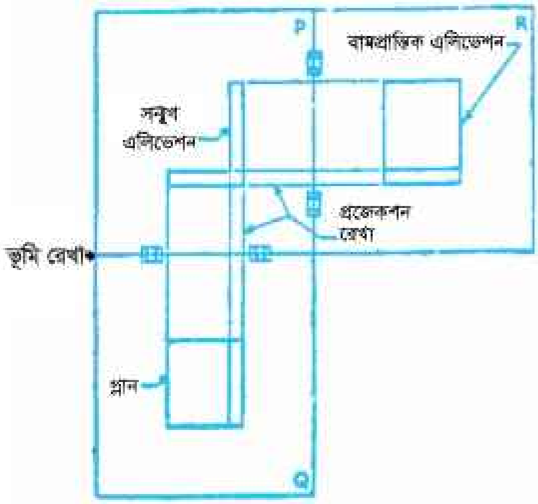


চিত্র ১০.৫.১৪



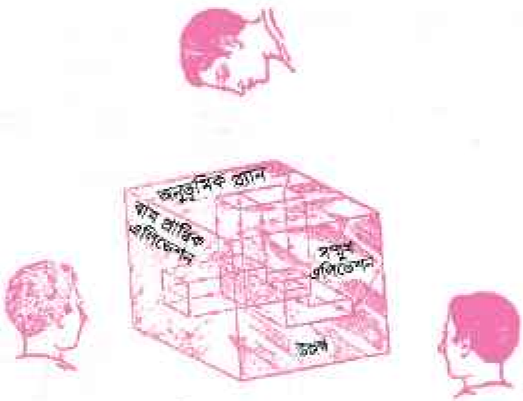
চিত্র ১০.৫.১৫ প্রথম কোণীয় তিনটি দৃশ্য

এখন পূর্বোক্ত P,Q এবং R কাঠের খণ্ড তিনটিকে টেবিল হতে সরিয়ে এনে সমতল কোনো স্থানের উপর বিস্তারিত করলে এতে, প্রজেকশন রেখাগুলোসহ দৃশ্য তিনটি চিত্র ১০.৫.১৬ এর ন্যায় অবস্থান করবে। লক্ষণীয় যে, এখানে উপরে 'সম্মুখ এলিভেশন' এর নিচে 'প্লান' এবং 'সম্মুখ এলিভেশন'-এর ডানদিকে 'বাম-প্রান্তিক এলিভেশন' অবস্থিত থাকে। যদি ডানদিক হতে দৃষ্টিপাত করে দৃশ্য নেওয়া হয়, তা হলে 'দক্ষিণ-প্রান্তিক এলিভেশন' টি 'সম্মুখ এলিভেশন'-এর বামদিকে অবস্থান করবে।



চিত্র ১০.৫.১৬

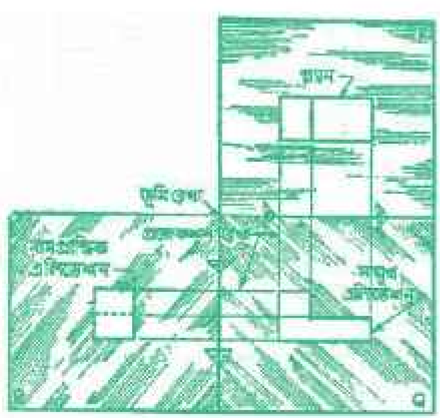
যে পদ্ধতিতে এই দৃশ্য কয়টি অংকন করা হয়েছে ওটা ব্রিটিশ পদ্ধতি-সম্মত এবং 'প্রথম কোণ' (First Angle) বিষয়ক বলে দৃশ্য কয়টির অবস্থান এ প্রকার হয়েছে। কিন্তু, আমেরিকান পদ্ধতিতে অঙ্কিত দৃশ্য 'তৃতীয় কোণ' (Third Angle) বিষয়ক বলে অভিক্ষেপের মূল তত্ত্ব একই থাকলেও দৃশ্য কয়টির অবস্থান অন্য রকম হয়ে থাকে।



চিত্র ১০.৫.১৭

⊙ তৃতীয় কোণ বিষয়ক তিনটি দৃশ্য

এ দৃশ্য বোঝার জন্য পরস্পর কজা দ্বারা যুক্ত তিনটি কাঁচের খণ্ডকে পূর্বের ন্যায় P,Q খণ্ড দুইটিকে যুক্ত করে নিয়ে Q-এর বামদিকে আরও একটি কাঁচের খণ্ডকে (R দ্বারা সূচিত) কজা দ্বারা যুক্ত করি। এবার, R ও Q-কে লম্বভাবে (Vertically) এবং P-কে অনুভূমিকভাবে (Horizontally) স্থাপন করে দৃশ্য অংকনীয় ঘন বস্তুটি এদের ভিতরে ঝুলান আছে বলে ধরে নিই। পরে যথাক্রমে সম্মুখ, বামদিক এবং উপর থেকে বস্তুটির প্রতি



চিত্র ১০.৫.১৮ তৃতীয় কোণীয় তিনটি দৃশ্য

দৃষ্টিপাত করি এবং দৃশ্য তিনটি পাওয়ার জন্য বস্তুটির প্রত্যেকটি ধার কোণ-বিন্দু থেকে Q ও R সূচক তলের উপর অনুভূমিক-ভাবে এবং P-র সূচক তলের উপর উল্লম্বভাবে প্রজেকশন রেখা টেনে আনি। এই রেখাগুলো দ্বারা গঠিত দৃশ্য যথাক্রমে 'সম্মুখ এলিভেশন', 'বাম-প্রান্তিক এলিভেশন' এবং 'প্লান' হলো (চিত্র ১০.৫.১৮)এখন P,Q এবং R কাঁচের খণ্ড তিনটিকে প্রয়োজন মতো ঘুরিয়ে কোনো সমতল স্থানের উপর বিস্তারিত করি। ফলে, দৃশ্য তিনটির অবস্থান চিত্র ১০.৫.১৮ এর ন্যায় হলো।

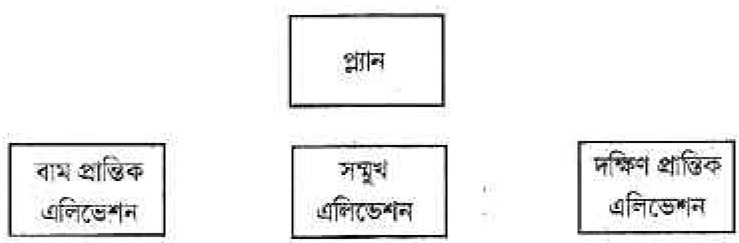
এখানে লক্ষণীয় যে, 'প্লান' উপরে, 'সম্মুখ এলিভেশন' এটার নিচে এবং 'বাম-প্রান্তিক এলিভেশন', সম্মুখ এলিভেশন'-এর বামদিকে অবস্থিত থাকে। যদি দক্ষিণ- প্রান্তিক এলিভেশন' অংকন করা হতো, তা হলে, ওটা সম্মুখ এলিভেশন'-এর ডানদিকে অবস্থান করত।

এখানে চিত্র ১০.৫.১৯ এ যথাক্রমে প্রথম ও তৃতীয় কোণ বিষয়ক নীতি অনুযায়ী অর্থাৎ ব্রিটিশ ও আমেরিকান পদ্ধতি সম্মত দৃশ্যগুলোর অবস্থান এবং চিত্র ১০.৫.১৯ এ একটি ঘন বস্তু সম্পর্কে এদের উদাহরণ তুলনামূলক ভাবে দেখান হলো ঃ

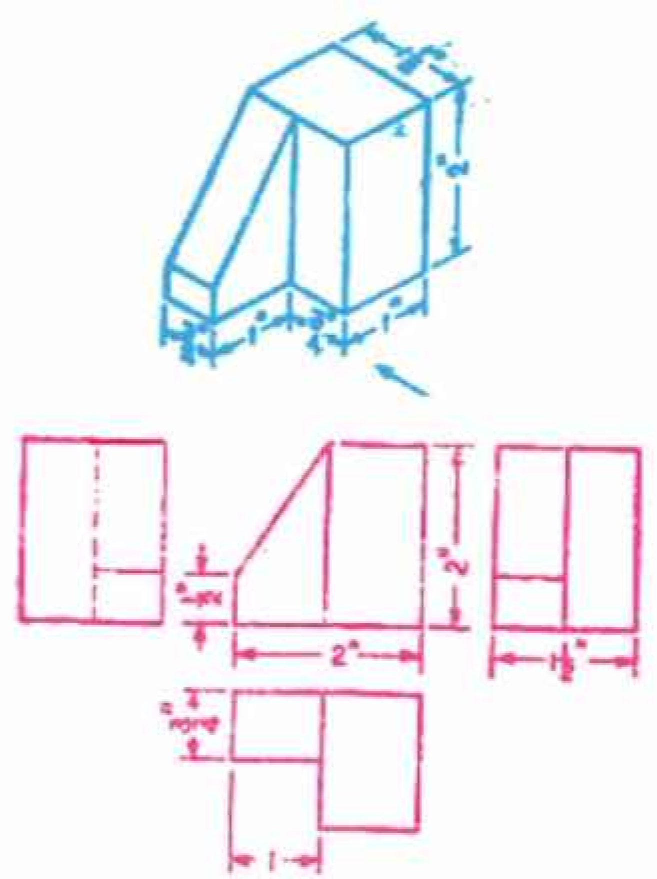
ব্রিটিশ প্রথা—



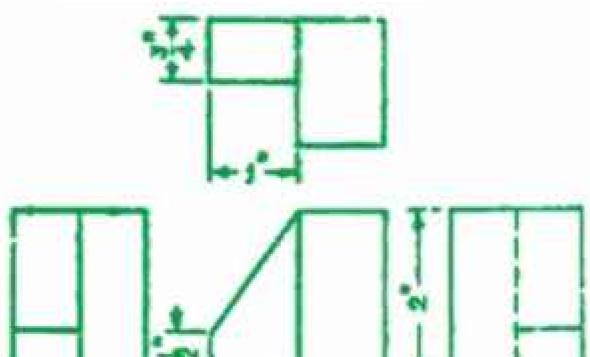
আমেরিকান প্রথা—



চিত্র ১০.৫.১৯ প্রথম ও তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতি বা ব্রিটিশ ও আমেরিকান পদ্ধতি



প্রথম কোণ বিষয়ক অবজেক্ট



তৃতীয় কোণ বিষয়ক অবজেক্ট

চিত্র ১০.৫.২০ প্রথম ও তৃতীয় কোণীয় অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন

অনুশীলনী - ১০ : অভিক্ষেপ বা প্রজেকশন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। বিন্দুর অভিক্ষেপ কী ?
২। লম্ব অভিক্ষেপ বলতে কী বোঝায় ?
৩। প্রথম কোণীয় পদ্ধতিতে কোণের মান কত ?
৪। তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতিতে কোণের মাপ কত ?
৫। প্রথম কোণীয় পদ্ধতিতে বস্তুর চিত্র কোথায় অংকন করতে হয় ?
৬। তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতিতে বস্তুর চিত্র কোথায় অংকন করতে হয় ?
৭। তলের অভিক্ষেপ কয় পদ্ধতিতে করা হয় ?
৮। কী কী ভাবে বস্তুর প্রতি দৃষ্টি নিক্ষেপ করা যায় ?
৯। পিকটোরিয়াল অংকনের অন্তর্ভুক্ত কোন কোন দৃশ্য ?
১০। কোন অভিক্ষেপের কারণে দূরের রেল লাইনকে এক বিন্দুতে মিলিত অবস্থায় দেখা যায় ?
১১। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং কোন ৩টি দৃশ্যের সমন্বয়ে অংকন করা হয় ?
১২। প্লান ও এলিভেশন বলতে কী বোঝায় ?
১৩। অর্থোগ্রাফিক ভিউ ও প্রজেকশন রেখা বলতে কী বোঝায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ সাধারণত কয় ধরনের অভিক্ষেপ হয় ও কী কী ? এবং অভিক্ষেপের দৃশ্যগুলোর নাম লেখ।
২। অনুভূমিকতল ও উল্লম্বতলের অন্তর্বর্তী স্থানে সরলরেখা কী কী ভাবে অবস্থান করতে পারে ?
৩। ব্রিটিশ ও আমেরিকান পদ্ধতিতে অভিক্ষেপের (প্রজেকশন) ছক দেখাও।
৪। ১০.৫.২০ চিত্রটির ১ম কোণীয় এবং তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতিতে প্লান, এলিভেশন ও সাইড ভিউ অংকন করো।
৫। একটি ঘন বস্তুর কয়টি তলে দৃশ্য দেখানো যায় ? দৃশ্যগুলোর নাম লেখ।
৬। চিত্রসহ এক কেন্দ্রিক দৃষ্টি অভিক্ষেপ বর্ণনা করো।
৭। চিত্রসহ সমান্তরাল দৃষ্টি অভিক্ষেপ বর্ণনা করো।
৮। ঘন বস্তুর দৃশ্য অংকনে কী কী কল্পনার আশ্রয় নিতে হয় ?
৯। চিত্রের সাহায্যে ঝুলন্ত ঘন বস্তুর তলগুলো দেখাও।
১০। ব্রিটিশ ও আমেরিকান পদ্ধতিতে প্লান, এলিভেশন ও দুইটি সাইড ভিউয়ের অবস্থান দেখাও।

২০১৫

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। প্রথম কোণ বিষয়ক অভিক্ষেপ বলতে কী বোঝায় ? চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।

২। তৃতীয় কোণ বিষয়ক অভিক্ষেপ বলতে কী বোঝায় ? চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।

৩। চিত্রের সাহায্যে প্রথম কোণ বিষয়ক লম্ব অভিক্ষেপ অংকনের কৌশলটি বর্ণনা করো।

৪। চিত্রের সাহায্যে তৃতীয় কোণ বিষয়ক লম্ব অভিক্ষেপ অংকনের কৌশলটি বর্ণনা করো।

৫। প্রান্তিক এলিভেশন বলতে কী বোঝায় ? চিত্রসহ বর্ণনা করো।

৬। প্রথম কোণ বিষয়ক তিনটি দৃশ্য অংকন পদ্ধতিটি চিত্রসহ বর্ণনা করো।

৭। তৃতীয় কোণ বিষয়ক তিনটি দৃশ্য অংকন পদ্ধতিটি চিত্রসহ বিবৃত করো।

৯। একটি ইঞ্জিনিয়ারিং পার্টসের প্রথম কোণীয় ও তৃতীয় কোণীয় অভিক্ষেপ অংকন করো।

১০। প্রথম কোণীয় পদ্ধতিতে অংকন করো।

ক) 30 মি.মি. লম্বা একটি সরলরেখা অনুভূমিকতল হতে 10 মি.মি. উপরে এবং উল্লম্বতলের 15 মি.মি. সম্মুখে অবস্থিত। সরলরেখাটির প্লান ও সম্মুখ এলিভেশন অংকন করো।

খ) 60 মি.মি. লম্বা সরলরেখা অনুভূমিকতলের সাথে 30° কোণ এবং উল্লম্বতলের সাথে 45° কোণ উৎপন্ন করে। রেখাটির একটি প্রান্ত অনুভূমিকতল হতে 10 মি.মি. উপরে এবং উল্লম্বতলের 12 মি.মি. সম্মুখে অবস্থিত। রেখাটির প্লান ও সম্মুখ এলিভেশন অংকন করো।

১১। তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতিতে অংকন করোঃ

ক) 45 মি.মি. লম্বা একটি সরলরেখা অনুভূমিক তল হতে 10 মি.মি. নিচে এবং উল্লম্বতলের 15 মি.মি. পিছনে থাকা অবস্থায় সরলরেখাটির প্লান ও সম্মুখ এলিভেশন অংকন করো।

খ) 50 মি.মি. লম্বা একটি সরলরেখা উল্লম্বতলের সাথে 45° কোণ এবং অনুভূমিকতলের সাথে 30° কোণ উৎপন্ন করে। রেখাটির একটি প্রান্ত উল্লম্বতলের 10 মি.মি. পিছনে এবং অনুভূমিকতলের 15 মি.মি. নিচে অবস্থিত। রেখাটির প্লান ও সম্মুখ এলিভেশন অংকন করো।

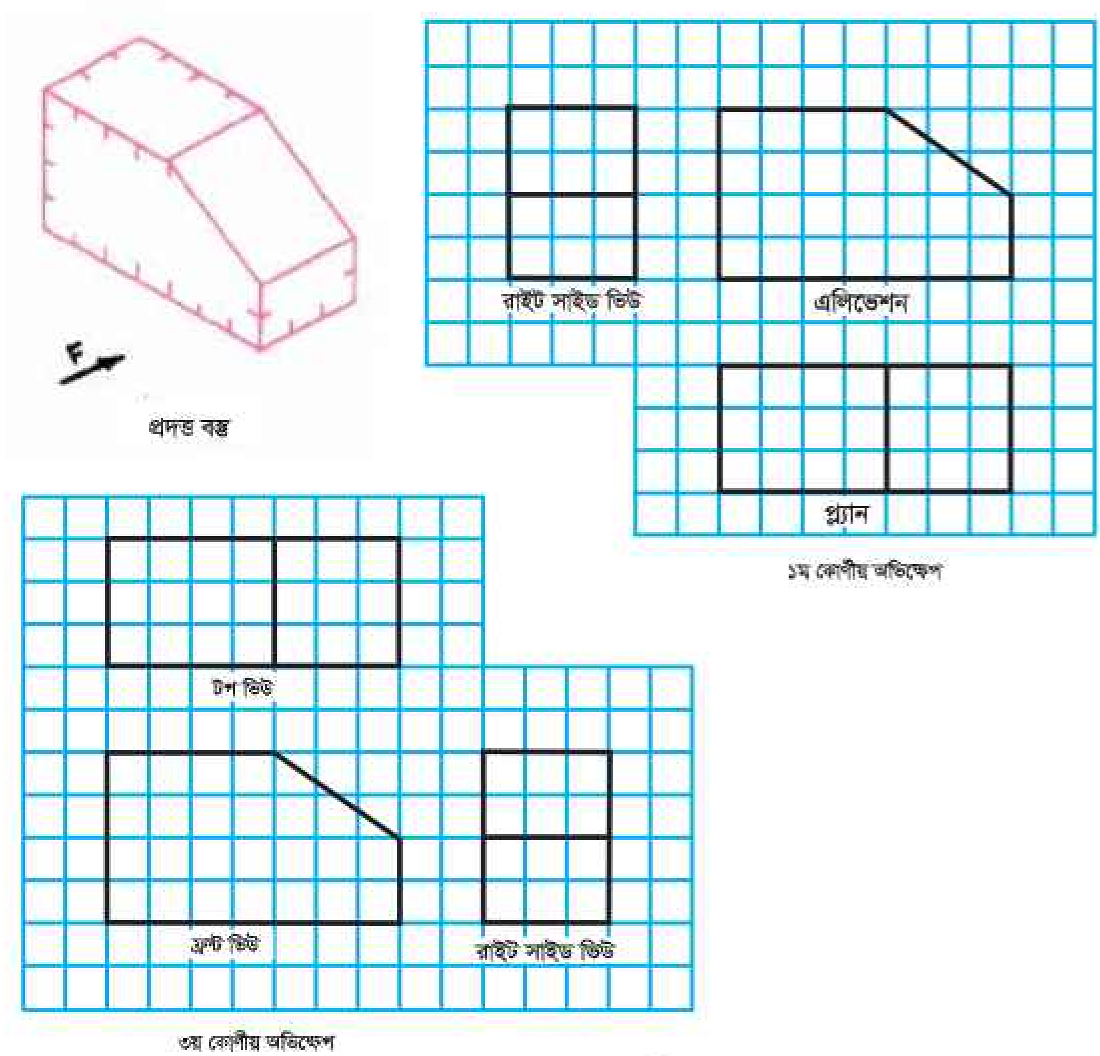
১২। একটি বিন্দু উল্লম্বতল থেকে 25 মি.মি. সামনে এবং অনুভূমিকতলের 15 মি.মি. উপরে অবস্থান করছে। বিন্দুটির প্লান ও এলিভেশন আঁক।

১৩। 40 মি.মি. একটি সরলরেখা উল্লম্বতলের সাথে 40° কোনে হেলানো অবস্থায় 15 মি.মি. সামনে এবং অনুভূমিক তল থেকে 15 মি.মি. উঁচুতে সমান্তরাল অবস্থায় আছে। সরল রেখাটির প্লান ও এলিভেশন আঁক।

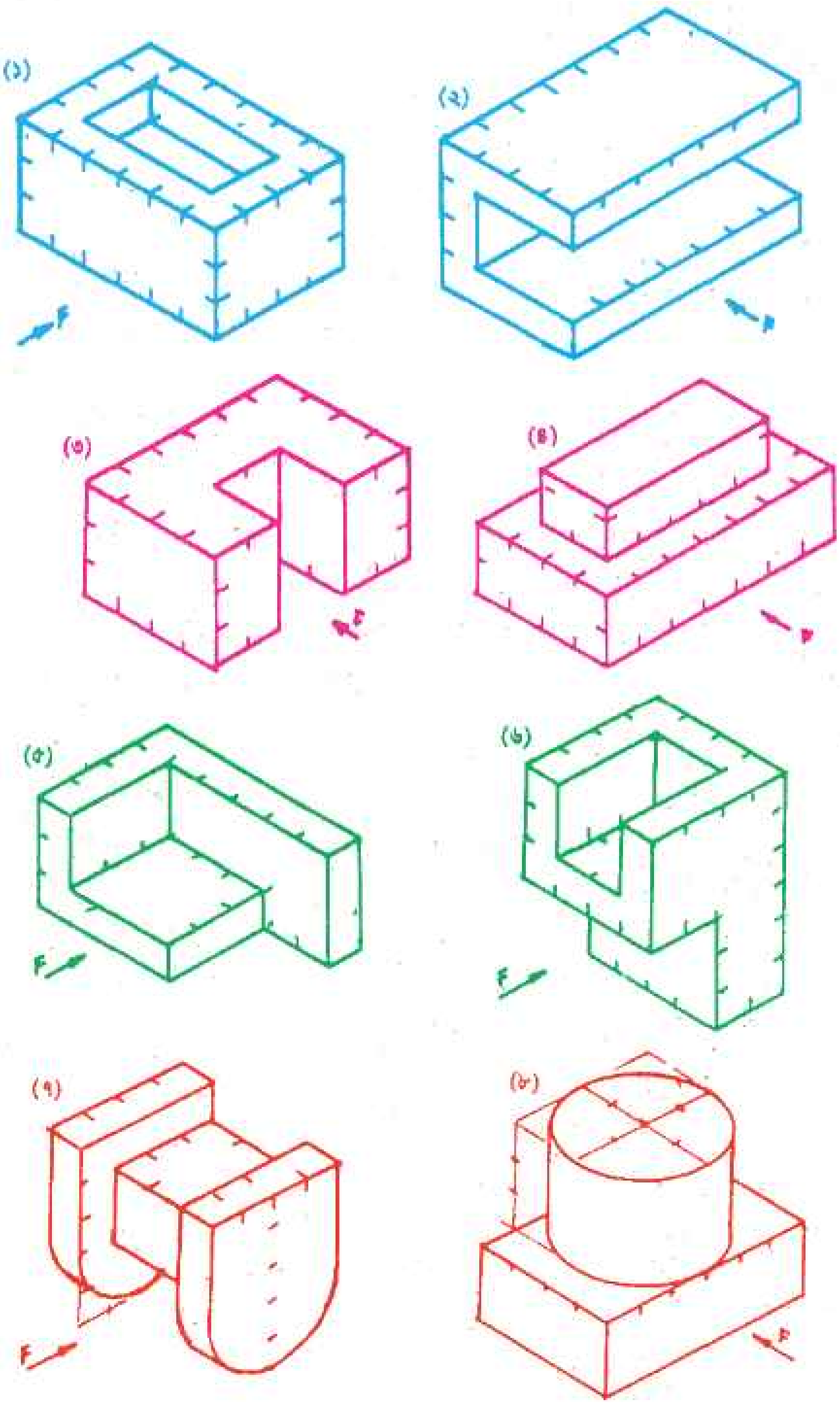
১৪। 50 মি.মি. একটি সরলরেখা উল্লম্ব ও অনুভূমিক উভয়তলের সাথে 30° কোণে এবং উভয়তল থেকে এর নিকটতম প্রান্ত 10 মি.মি. দূরত্বে আছে। সরলরেখাটির প্লান ও এলিভেশন আঁক।

১৫। বিন্দুর অভিক্ষেপ (অনুভূমিক ও উল্লম্ব) অংকনের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

১৬। পরের পৃষ্ঠায় ৮টি ব্লকের পিকটোরিয়াল দৃশ্য দেওয়া হলো। প্রত্যেকটির পরিমাপ (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা) এককের চিহ্ন দিয়ে বোঝানো হয়েছে। গ্রাফ পেপারের উপর গ্রাফের ছোট তিনটি ঘরকে এক একক হিসেবে ধরে প্রত্যেকটি ব্লকের ১ম ও ৩য় কোণীয় অভিক্ষেপ দৃশ্য আঁক। নিচে একটি উদাহরণ দেওয়া হলো ঃ



চিত্র ১০.৫.২১ গ্রাফ পেপারে প্রদত্ত বস্তুর ১ম ও ৩য় কোণীয় অভিক্ষেপ দৃশ্য আঁকার নমুনা।

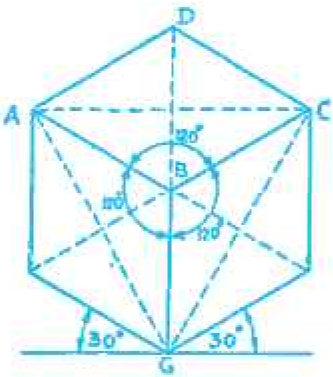


চিত্র ১০.৫.২২ পিকটোরিয়াল দৃশ্য

১১. আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন
Isometric View Drawing

১১.০ আইসোমেট্রিক ভিউ বা সম-মাত্রিক দৃশ্য (Isometric View)

আইসোমেট্রিক বা সম-মাত্রিক পদ্ধতিতে সরল গঠনবিশিষ্ট ঘন বস্তুর দৈর্ঘ্য এবং উচ্চতাকে একটি মাত্র দৃশ্যে দেখানো সম্ভব। অংকন পদ্ধতিও সহজ এবং কম সময় সাপেক্ষ। এ কারণে দ্রুত নক্সা অংকন করতে এ পদ্ধতি বিশেষ উপযোগী। এ ছাড়া সাধারণ ব্যক্তি এ ড্রইং দেখে বস্তুররূপ সহজে বুঝতে পারে। আইসোমেট্রিক দৃশ্যে বস্তুর লম্ব ধারগুলোকে (Vertical Edges) লম্বভাবে রেখে অনুভূমিক ধারগুলোকে (Horizontal Edges) পরস্পরের সাথে 120° কোণে অর্থাৎ অনুভূমিক রেখার সাথে 30° কোণে অংকন করা হয়। ফলে এতে বস্তুটির কেবল দুইটি পার্শ্বতল এবং উপরের তলটির দৃশ্য দেখা যায়। নিচে একটি উদাহরণ বর্ণনা করা হলো:



চিত্র ১১ আইসোমেট্রিক ভিউ

উদাহরণ: মনে করি, ঘনকটি তার একটি পৃষ্ঠতলের উপর ভর করে আনুভূমিকতলের উপর এমনভাবে অবস্থিত যে, এর লম্ব পৃষ্ঠতল উল্লম্বতলের সাথে 45° কোণ উৎপন্ন করে। এ অবস্থায় ঘনকটিকে যদি এর সম্মুখের কোণ-বিন্দুটির উপর ভর করে সম্মুখ দিকে এমনভাবে হেলিয়ে ধরা যায় যে, এর ঘনকর্ণ (Solid Diagonal) অনুভূমিকতলের সমান্তরাল বা উল্লম্বতলের উপর লম্ব হয়, তাহলে এর সম্মুখ এলিভেশন চিত্র ১১.১-এর মতো হবে। এ প্রকার দৃশ্যকে আইসোমেট্রিক বা সম-মাত্রিক দৃশ্য বলে। চিত্রটিতে লক্ষণীয় যে –

ক) ঘনকটির প্রত্যেকটি পৃষ্ঠতল (Surface) উল্লম্বতলের সাথে সমভাবে হেলানো আছে এবং এর আকার সদৃশ এবং বর্গক্ষেত্রের পরিবর্তে সমান 'রম্বস' (Rhombus) হয়েছে।

খ) ঘনকটির ঘন-সমকোণের (Solid Right Angles) তিনটি ধার সূচক BA, BC ও BG রেখা তিনটি উল্লম্বতলের সাথে নত হয়ে আছে এবং এর ফলে এ রেখা তিনটির দৈর্ঘ্য প্রকৃত দৈর্ঘ্য অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর হয়েছে। উপরন্তু এরা B বিন্দুতে পরস্পরের সাথে 120° কোণ উৎপন্ন করেছে এবং BG রেখাটি অনুভূমিকতলের উপর লম্বভাবে অবস্থিত বলে BA ও BC রেখা দুইটি আনুভূমিকতলের সাথে 30° কোণ উৎপন্ন করেছে।

গ) ঘনকটির অন্য ধার সূচক রেখাগুলো পূর্বোক্ত BA, BC ও BG রেখা তিনটির যে কোনো একটির সমান্তরাল। ফলে এরাও একই প্রকার ক্ষুদ্রতর হয়েছে।

ঘ) AC কর্ণটি উল্লম্বতলের সমান্তরাল। এ কারণে এর দৈর্ঘ্য প্রকৃত দৈর্ঘ্যের সমান হয়েছে। ঘনকটির

দৃশ্যের B বিন্দুতে মিলিত BA, BC এবং BG যে রেখা তিনটি পরস্পরের সাথে 120° কোণ উৎপন্ন করে এদেরকে সমমাত্রিক অক্ষ (Isometric Axis) বলা হয়। কারণ দৃশ্যের অন্য রেখাগুলোকে মূলত এদের সমান্তরাল করে টানা হয়ে থাকে। অক্ষের সমান্তরালরূপে টানা এ সকলরেখাকে সমমাত্রিক রেখা (Isometric Lines) বলে।

১১.১ আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য (Isometric Length)

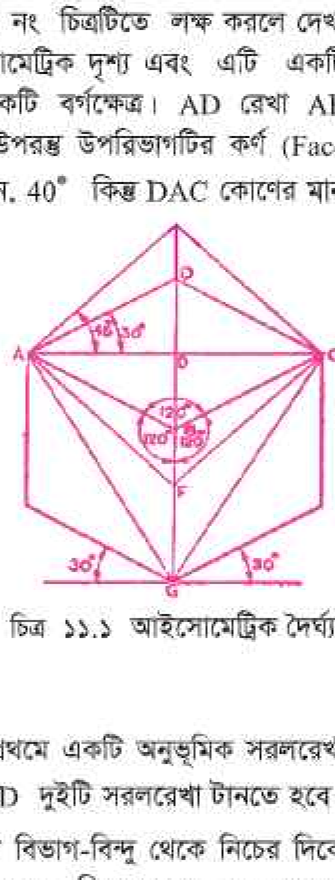
যেহেতু আইসোমেট্রিক দৃশ্য, আইসোমেট্রিক রেখা ও অক্ষের দৈর্ঘ্য প্রকৃত দৈর্ঘ্য অপেক্ষা সব সময় ক্ষুদ্রতর হয়, সুতরাং প্রকৃত দৈর্ঘ্যকে আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যে পরিণত করতে অথবা আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য থেকে প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্ণয় করতে এক বিশেষ স্কেলের সাহায্য নেওয়ার প্রয়োজন হয়। একে সম-মাত্রিক মাপনী বা আইসোমেট্রিক স্কেল বলে। আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য প্রকৃত দৈর্ঘ্য অপেক্ষা সবসময় একটি নির্দিষ্ট অনুপাতে ক্ষুদ্রতর হয়। এ অনুপাত সম্পর্কে ১১.১ নং চিত্রটিতে লক্ষ করলে দেখা যাবে যে, এর ABCD ক্ষেত্র ঘনকটির উপরিভাগের আইসোমেট্রিক দৃশ্য এবং এটি একটি 'রম্বস'। কিন্তু উপরিভাগটির প্রকৃত ক্ষেত্র হচ্ছে AECF। এটি একটি বর্গক্ষেত্র। AD রেখা AE রেখার সম-মাত্রিক রেখা। AE-এর দৈর্ঘ্য, প্রকৃত দৈর্ঘ্য। উপরন্তু উপরিভাগটির কর্ণ (Face Diagonal) AC-এর এর দৈর্ঘ্য, প্রকৃত দৈর্ঘ্য। EAC কোণের মান, 40° কিন্তু DAC কোণের মান 30°। ফলে ত্রিকোণমিতির সাহায্যে প্রমাণিত হয় যে –

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} \qquad \text{পুনরায়, } \frac{AO}{AD} = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{সুতরাং, } \frac{AO}{AE} + \frac{AO}{AD} = \frac{AO}{AE} \times \frac{AD}{AO} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$\text{বা, } \frac{AD}{AE} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 0.815 = \frac{9}{11} \text{ (প্রায়)}$$

অতএব, আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য = প্রকৃত দৈর্ঘ্য × 0.815

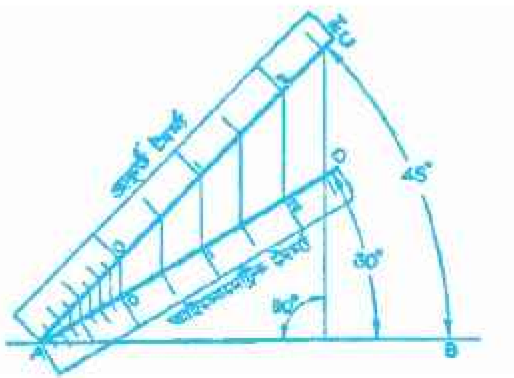


চিত্র ১১.১ আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য

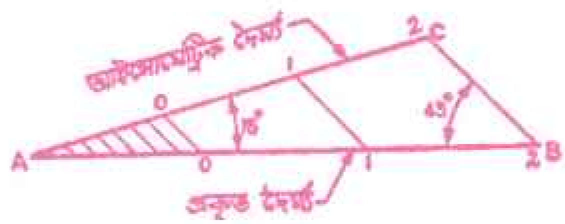
১১.২ আইসোমেট্রিক স্কেল (Isometric Scale)

আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য সম্পর্কিত স্কেল অংকনের জন্য প্রথমে একটি অনুভূমিক সরলরেখা টেনে A বিন্দুতে এর সাথে যথাক্রমে 45° ও 30° কোণে AC ও AD দুইটি সরলরেখা টানতে হবে। AC-এর উপর প্রকৃত দৈর্ঘ্যের বিভাগ-রেখা টেনে এর প্রত্যেকটি বিভাগ-বিন্দু থেকে নিচের দিকে AB-এর উপর লম্ব টানতে হবে। এ রেখাগুলো AD রেখাকে যে যে বিন্দুতে ছেদ করবে তাতে AC রেখার বিভাগ-চিহ্নের সাথে মিল রেখে বিভাগ রেখা টানতে হবে। ফলে এই AD রেখার উপর অংকিত মাপনীই আইসোমেট্রিক বা সম-মাত্রিক স্কেল হলো।

এ স্কেল অন্য ভাবেও অংকন করা যেতে পারে। প্রথমে AB একটি সরলরেখা টেনে এর দুইটি প্রান্তে যথাক্রমে 15° ও 45° কোণে এবং পরস্পরকে C বিন্দুতে ছেদ করিয়ে AC ও BC দুইটি সরলরেখা টানতে হবে (চিত্র ১১.২.২)। এবার AB-কে প্রকৃত দৈর্ঘ্য মাপ হারে বিভক্ত করে নিয়ে প্রত্যেকটি বিভাগ-বিন্দু থেকে BC-এর সমান্তরালরূপে রেখা টেনে AC-কে ছেদ করাতে হবে। AC-এর উপরিস্থ এ বিভাগ-বিন্দু দিয়ে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যই 'আইসোমেট্রিক' দৈর্ঘ্যকে সূচিত করবে। (চিত্র ১১.২.২)



চিত্র ১১.২.১ আইসোমেট্রিক স্কেল



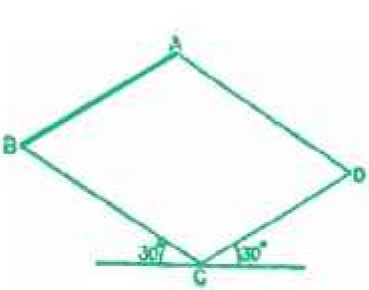
চিত্র ১১.২.২ আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য

১১.৩ আয়তাকার, ওয়েজ আকৃতি ও বক্রতল বিশিষ্ট ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন

◈ আয়তাকার আকৃতি বিশিষ্ট ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন

উদাহরণ ১। একটি আয়তক্ষেত্র অনুভূমিকতলের উপর এমনভাবে শায়িত যে, এর একটি বাহু উল্লম্বতলের সমান্তরাল। সম-মাত্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে আয়তক্ষেত্রটির আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করো।

মনে করি ABCD প্রদত্ত আয়তক্ষেত্র। প্রথমে একটি অনুভূমিক রেখা টেনে এর উপরিস্থ একটি বিন্দুতে (ধরি C-তে)এর সাথে 30° কোণে উভয় দিকে আয়তক্ষেত্রের সম-মাত্রিক প্রস্থ ও দৈর্ঘ্যের সমান যথাক্রমে CD ও CB সরলরেখা টানি। পরে এর সমান্তরালরূপে BA ও DA সরলরেখা টানি। এদের দ্বারা উৎপন্ন ক্ষেত্র প্রদত্ত আয়তক্ষেত্রটির অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো (চিত্র ১১.৩.১)।



চিত্র ১১.৩.১

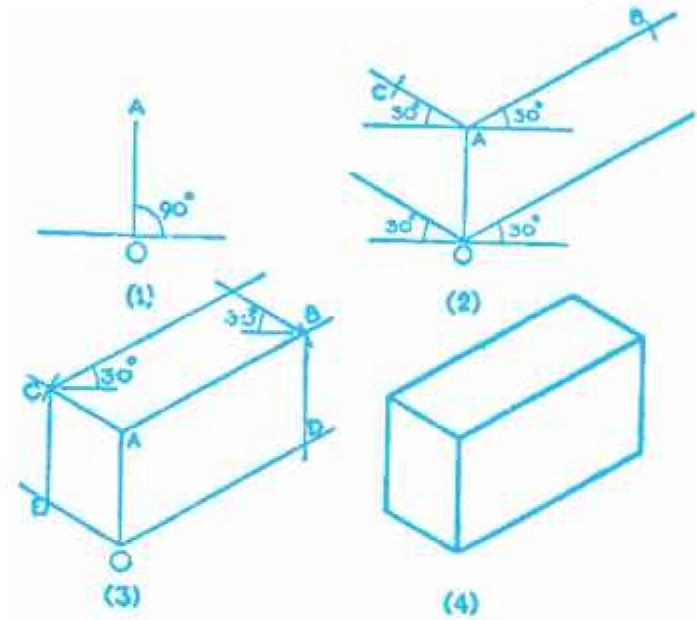
দ্রষ্টব্য ঃ বর্গক্ষেত্রের আইসোমেট্রিক দৃশ্য একটি 'রম্বস', অর্থাৎ যে সামন্তরিকের বাহু কয়টি পরস্পর সমান, কিন্তু কোণের মান এক সমকোণ নয়, তা হয়ে থাকে।

উদাহরণ ২। অনুভূমিক তলের উপর শায়িত একটি আয়তাকার প্রিজমের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন কর।

প্রথমে একটি অনুভূমিক রেখা টেনে এর উপরিস্থ একটি বিন্দুতে প্রিজমটির উচ্চতা সমান AO একটি লম্ব টানি। (চিত্র-1)। পরে এ লম্বটির দুই প্রান্তে অর্থাৎ O এবং A বিন্দুতে অনুভূমিক রেখার সাথে 30° কোণে বাম এবং ডানদিকে সরলরেখা টানি। এ রেখা দুইটির একটির উপর প্রিজমটির দৈর্ঘ্য সমান AB এবং অপরটির উপর এর প্রস্থ সমান AC কেটে নিই (চিত্র- 2)। এখন C ও B বিন্দু থেকে যথাক্রমে AB ও AC-এর সমান্তরালরূপে (অর্থাৎ অনুভূমিকরেখার সাথে 30°কোণে) সরলরেখা টানি। C এবং B বিন্দু থেকে নিচের দিকে AO রেখার সমান্তরাল রূপেও রেখা টানি। রেখা দুইটি যথাক্রমে E ও D বিন্দুতে ছেদ করল। ফলে পাশে দুইটি এবং উপরে একটি মোট তিনটি আয়তক্ষেত্র উৎপন্ন হলো (চিত্র- 3)।

এবার আয়তক্ষেত্র তিনটির ভিতরের বা বাইরের অতিরিক্ত রেখাংশগুলো মুছে ফেলি। ফলে (চিত্র-4) প্রিজমটির অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো (চিত্র ১১.৩.২)।

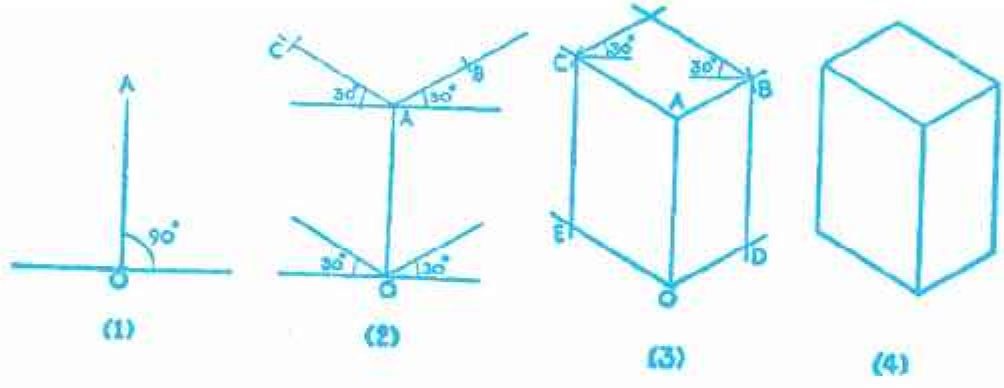
দৃষ্টব্য ঃ ঘনবস্তুর যে সব ধার বাইরে থেকে দেখা যায় না, অর্থাৎ অন্তরালে (Hidden) থাকে, অর্থগ্রাফিক দৃশ্যে এদেরকে ছিন্ন দেখা (Dotted Line) দিয়ে দেখানোর নিয়ম। কিন্তু আইসোমেট্রিক দৃশ্যে সরল গঠনবিশিষ্ট বস্তুর বেলায় এ প্রকার কোনো বাধ্যতা নেই। এ কারণে উপরে তা টানা হয়নি।



চিত্র ১১.৩.২ আয়তাকার ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ৩। প্রান্তের উপর ভর করে অনুভূমিকতলের উপর লম্বভাবে অবস্থিত একটি আয়তাকার প্রিজমের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন কর।

এর অংকন পদ্ধতি উদাহরণ ৯-এ বর্ণিত পদ্ধতির অনুরূপ। নিচে চিত্র-(1) থেকে চিত্র-(4)-এ এর ক্রম দেখান হলো। (চিত্র ১১.৩.৩)



চিত্র ১১.৩.৩ আয়তাকার প্রিজমের আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ৪। আয়তাকার নালী বিশিষ্ট একটি আয়তাকার প্রিজম অনুভূমিকতলের উপর এমনভাবে শায়িত যে, এর নালী অনুভূমিকতলের সমান্তরাল। প্রিজমটির আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন কর।

প্রথমে প্রিজমটিতে কোন নালী বা স্লট নেই এটি অনুমান করে উদাহরণ ৯-এ বর্ণিত পদ্ধতিতে সমগ্র প্রিজমটির একটি আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করি। ধরি, ABCD, BCFE এবং ABEH এর তিনটি পৃষ্ঠতল (চিত্র-1)।

পরে, AB-এর মধ্য বিন্দু M নির্ণয় করে নালীটির গভীরতা মাপ নিচে এবং AB-এর সমান্তরালরূপে একটি সরলরেখা টানি। M বিন্দুর বাম ও ডান দিকে নালীটির প্রশস্ত মাপের অর্ধেক দূরত্বে P ও Q দুটি বিন্দু নিয়ে তা থেকে AD বা BC-এর সমান্তরালরূপে দুইটি রেখা টানি। এ রেখা দুইটি পূর্বের রেখাটিকে যথাক্রমে R ও S বিন্দুতে ছেদ করল (চিত্র-2)। এখন P, R ও Q বিন্দু থেকে AH বা BE-এর সমান্তরালরূপে HE পর্যন্ত যথাক্রমে PT, RU এ বং QV সরলরেখা টানি (চিত্র-3)।

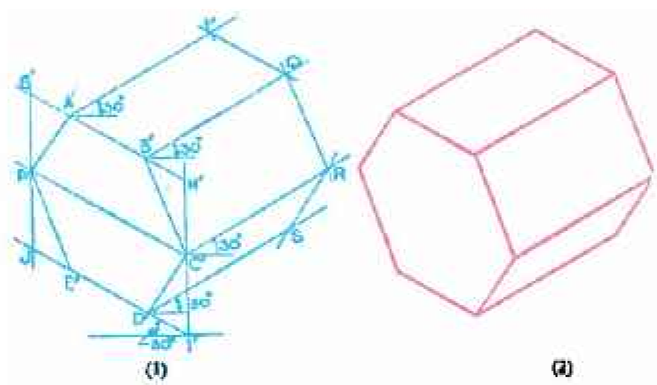
এবার T বিন্দু থেকে AD বা BC-এর সমান্তরালরূপে আর একটি সরলরেখা টানি। এটি RU রেখাকে W বিন্দুতে ছেদ করল। এ W বিন্দু থেকে HE-এর সমান্তরালরূপে QV পর্যন্ত একটি সরলরেখা টানি (চিত্র- 4)। সর্বশেষে PQ, TV, WU রেখা এবং অন্যান্য অতিরিক্ত রেখাংশগুলো মুছে ফেলি। ফলে (চিত্র- 5) অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো। (চিত্র ১১.৩.৪)



চিত্র ১১.৩.৪ আয়তাকার নালী বা স্লট বিশিষ্ট ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ৫। একটি ষটকোণ প্রিজম তার একটি আয়তকার পৃষ্ঠতলের উপর ভর করে অনুভূমিকতলের উপর এমনভাবে শায়িত যে, এর একটি প্রান্ত উল্লম্বতলের সমান্তরাল। আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে প্রিজমটির আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করো।

প্রথমে বাহুর প্রকৃত দৈর্ঘ্যকে সম-মাত্রিক দৈর্ঘ্যে পরিণত করে নিয়ে উদাহরণ-৩ এ বর্ণিত পদ্ধতিতে সুষম ষড়ভুজের একটি আইসোমেট্রিক দৃশ্য A'B'C'D'E'F' অংকন করি। পরে এর A'B'C'D' বিন্দুতে অনুভূমিকরেখার সাথে 30° কোণে সরলরেখা টানি। এখন A' থেকে টানা সরলরেখাটি উপর প্রিজমটির সম-মাত্রিক দৈর্ঘ্য সমান A'P কেটে নিয়ে, P থেকে A'B'- এর সমান্তরালরূপে সরলরেখা টানি। এটি B' থেকে টানা রেখাটিকে Q বিন্দুতে ছেদ করল। এভাবে Q থেকে B'C'-এর সমান্তরালরূপে QR এবং R থেকে C'D'-এর সমান্তরালরূপে RS রেখা টানি (চিত্র- 1)। শেষে অতিরিক্ত রেখাংশগুলো মুছে ফেলি। ফলে (চিত্র-2) অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো (চিত্র ১১.৩.৫)।



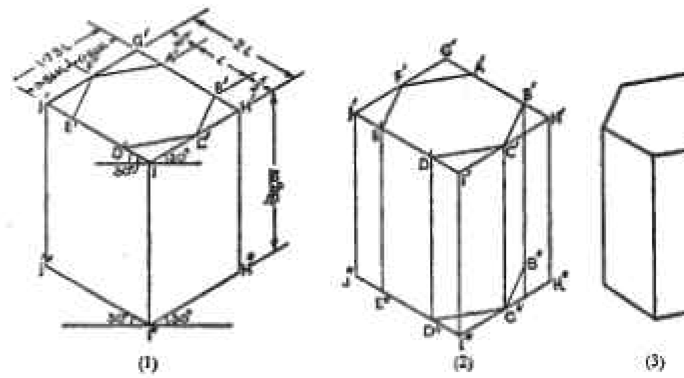
চিত্র ১১.৩.৫ ষটকোণ প্রিজমের আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ৬ একটি ষট্‌কোণ প্রিজম তার একটি প্রান্তের উপর ভর করে অনুভূমিকতলের উপর এমনভাবে দন্ডায়মান যে, এর একটি আয়তাকার পৃষ্ঠতল উল্লম্বতলের সমান্তরাল। সম-মাত্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে প্রিজমটির আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করো।

প্রথমে প্রিজমটির বাহুর আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে উদাহরণ ৯-এ বর্ণিত পদ্ধতিতে G'H'I'J ' একটি আয়তক্ষেত্রের মধ্যে ষড়ভুজের আইসোমেট্রিক দৃশ্য A'B'C'D'E'F' অংকন করি। পরে এর J', I' ও H' কোণ-বিন্দু থেকে নিচের দিকে উল্লম্বরেখা টেনে প্রিজমটির সম-মাত্রিক উচ্চতা সমান I'I" দৈর্ঘ্য কেটে নিই এবং I" বিন্দুতে উভয় দিকে 30° কোণে সরলরেখা টেনে অবশিষ্ট লম্বরেখা দুটিকে J"ও H" বিন্দুতে ছেদ করাই (চিত্র1)।

অথবা প্রথমে ভেবে নিই যে, প্রিজমটি লম্বভাবে অবস্থিত একটি আয়তাকার বাক্সের মধ্যে আবদ্ধ করা (Boxing Method) যার একটি পাশ প্রিজমটির ষড়ভুজের দুটি বিপরীত বাহুর দূরত্বের (=1.73 × বাহুর দৈর্ঘ্য = 1.73 L) সমান এবং অপর পাশ এর দুইটি বিপরীত কোণের দূরত্বের দুইটি বিপরীত কোণের দূরত্বের = (2 × বাহুর দৈর্ঘ্য = 2 L)- এ র সমান এবং উচ্চতা প্রিজমটির উচ্চতার সমান হয়।

পরে উদাহরণ ১০-এ বর্ণিত প্রণালিতে এ বাক্সটির একটি আইসোমেট্রিক দৃশ্যের রূপ অংকন করে এর উর্ধ্বতন আয়তক্ষেত্রটির মধ্যে চিত্র ১১.৩.৯ এর ন্যায় A, B, C, D, E, F বিন্দু নির্দিষ্ট করে নিয়ে ষড়ভুজে আইসোমেট্রিক দৃশ্যের রূপ অংকন করি (চিত্র-2) ও (চিত্র ১১.৩.৬)।



চিত্র ১১.৩.৬ উল্লম্ব ষটকোণ প্রিজম আইসোমেট্রিক দৃশ্য

এখন E', D' বিন্দু থেকে IT" রেখার সমান্তরালরূপে J"I" রেখা পর্যন্ত C', B' এবং বিন্দু থেকে ঐ রেখার সমান্তরালরূপে I" H" রেখা পর্যন্ত সরলরেখা টানি। ছেদ-বিন্দুতে উপরের অক্ষরের সাথে সমতা রক্ষা করে E", D" এবং C" অক্ষর-চিহ্ন দিই। এবার C" বিন্দু থেকে C'B' রেখার সমান্তরাল রূপে একটি সরলরেখা টানি। এটি B" থেকে রেখাকে B" বিন্দুতে ছেদ করল। D" C"-কে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করি (চিত্র-2)।

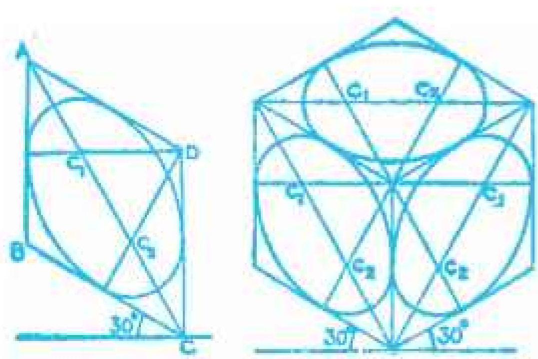
শেষে অতিরিক্ত রেখাংশগুলো মুছে ফেলি। ফলে (চিত্র- 3) অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো।

বক্রতল বিশিষ্ট আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ৭। একটি বৃত্ত অনুভূমিক তলের উপর এমনভাবে দণ্ডায়মান যে, এর তল উল্লম্ব তলের সমান্তরাল। আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে বৃত্তটির আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন কর।

প্রথমে, বৃত্তের ব্যাস মাপকে আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যে পরিণত করে নিয়ে এ মাপের বাহু-বিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের আইসোমেট্রিক দৃশ্য উদাহরণ-২ এ বর্ণিত পদ্ধতিতে অংকন করি। এটি একটি রম্বস ABCD অংকিত হলো। এখন, অফসেট বা চতুষ্কেন্দ্র পদ্ধতিতে এর মধ্যে উপবৃত্তের রূপ অংকিত করি।

দ্রষ্টব্য ঃ বৃত্তটি এর আইসোমেট্রিক দৃশ্য বিভিন্ন প্রকারে অবস্থিত থাকলে কী প্রকারে হয়, এটা পার্শ্বের চিত্র ১১.৩.৭ এ দেখানো হলো।



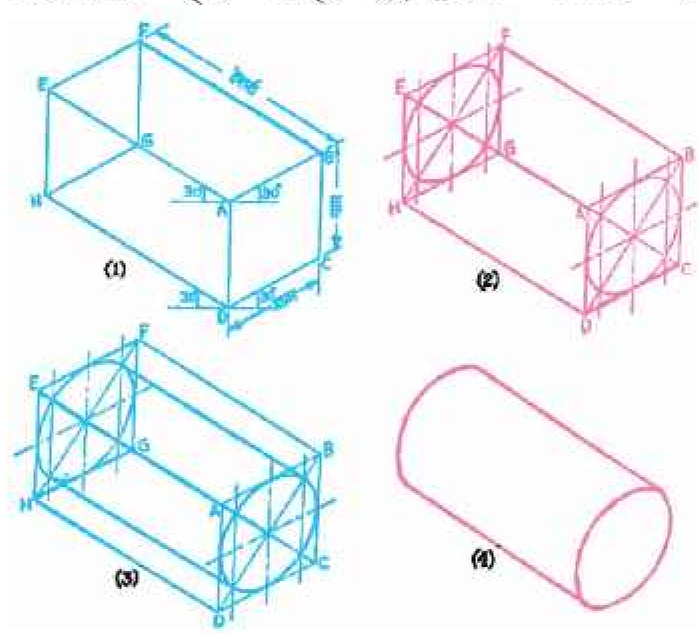
চিত্র ১১.৩.৭ বক্রতল বিশিষ্ট আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ৮। আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে অনুভূমিকতলের উপর শায়িত একটি 'সিলিন্ডার বা গোল স্তম্ভাকার বস্তুর আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করো।

প্রথমে 'সিলিন্ডার' বা গোল স্তম্ভাকার বস্তুটির প্রকৃত ব্যাস মাপ এবং উচ্চতাকে আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যে পরিবর্তিত করে নিয়ে ঐ ব্যাস-মাপ এবং উচ্চতাবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রাকার বাক্সের অনুভূমিকতলের উপর শায়িত অবস্থার আইসোমেট্রিক দৃশ্য উদাহরণ ৯ এ বর্ণিত প্রণালিতে অংকন করি। ধরা যাক, এর সম্মুখ এবং পশ্চাতের তল দুইটি যথাক্রমে ABCD ও EFGH জ্যামিতিক নিয়মে এটি একটি 'রম্বস' হলো (চিত্র- 1)।

এখন যেহেতু বৃত্তের আইসোমেট্রিক দৃশ্য উপবৃত্ত হয়, সুতরাং 'অফসেট' বা 'চতুষ্কেন্দ্র' প্রণালিতে রম্বস দুইটির মধ্যে বাহু কয়টিকে স্পর্শ করিয়ে উপবৃত্তের রূপ অংকন করি (চিত্র- 2)।

পরে এ উপবৃত্ত দুইটির স্পর্শক এবং FB বা HD রেখার সমান্তরালরূপে দুইটি সরলরেখা টানি। শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে (চিত্র-4) অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো (চিত্র ১১.৩.৮)।



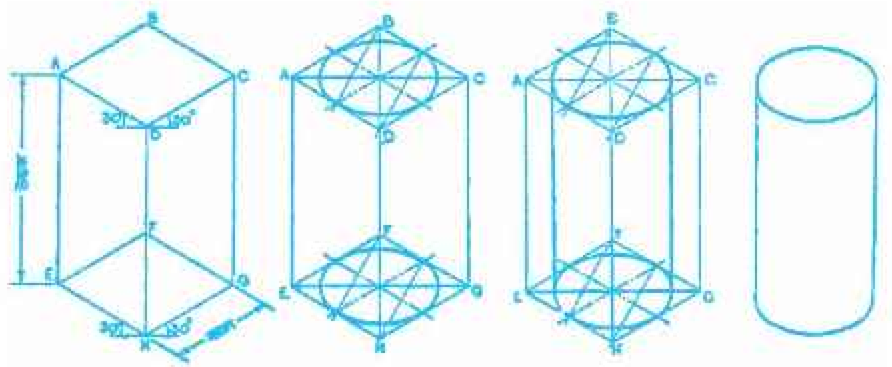
চিত্র ১১.৩.৮ বক্রতল বিশিষ্ট আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ৯। আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে অনুভূমিকতলের উপর দণ্ডায়মান একটি 'সিলিন্ডার' বা গোল স্তম্ভাকার বস্তুর আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করো।

প্রথমে কল্পনা করি যে, বস্তুটি লম্বভাবে স্থাপিত এমন একটি বর্গক্ষেত্রাকার (Square) বাক্সের মধ্যে অবস্থিত যার প্রতিটি বাহু বস্তুটির আইসোমেট্রিক ব্যাসের সমান এবং উচ্চতা বস্তুটির আইসোমেট্রিক উচ্চতার সমান। পরে উদাহরণ ৪-এ বর্ণিত পদ্ধতিতে বাক্সটির আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করি।

মনে করি, এর উপরের ও নিচের প্রান্ত-তল দুইটি যথাক্রমে ABCD ও EFGH। উভয়ই 'রম্বস' (চিত্র- 1)। এখন যেহেতু বৃত্তের আইসোমেট্রিক দৃশ্য উপবৃত্ত হয়, সুতরাং 'রম্বস' দুইটির বাহু কয়টিকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে উপবৃত্তের রূপ অংকন করি (চিত্র- 2)।

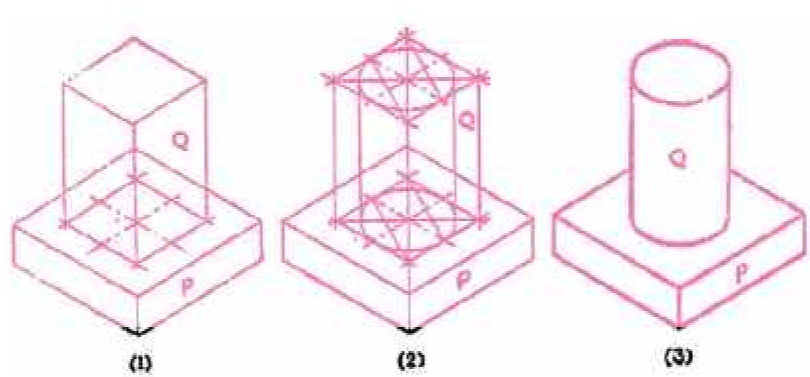
এবার এ উপবৃত্ত দুইটির স্পর্শক এবং AE বা CG-এর সমান্তরালরূপে দুইটি সরলরেখা টানি (চিত্র-3)। শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে (চিত্র- 4)-ই অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো (চিত্র ১১.৩.৯)।



চিত্র ১১.৩.৯ বক্রতল বিশিষ্ট আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ১০। একটি বর্গক্ষেত্রাকার বস্তুর উপরিভাগে কেন্দ্রস্থলে একটি 'সিলিন্ডার' বা গোল স্তম্ভকার বস্তুর দণ্ডায়মান। এদের সমবেত অবস্থানের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করো।

মনে করি, P বর্গক্ষেত্রাকার বস্তু এবং Q 'সিলিন্ডার' বা গোল স্তম্ভাকার বস্তু। P এর উপরিভাগে এর কেন্দ্রস্থলে Q অবস্থিত। P এর বাহু Q এর ব্যাস অপেক্ষা বৃহত্তর। প্রথমে পুর্ব উদাহরণ ১২-এ বর্ণিত পদ্ধতিতে P-এর আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করে এর কেন্দ্রস্থলে Q এর ব্যাস এর মাপের সমান বাহু এবং এর উচ্চতা বিশিষ্ট বর্গক্ষেত্রাকার একটি বাক্সের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করি। (চিত্র-1) পরে, এই বাক্সটির উর্ধ্ব এবং নিম্ন প্রান্তের রম্বস দু'টির মধ্যে অফসেট বা চতুষ্কোণ পদ্ধতিতে উপবৃত্তের রূপ অংকন করি। এবং এদের স্পর্শক টানি (চিত্র- 2)। শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে, (চিত্র-3) এ আইসোমেট্রিক দৃশ্য অঙ্কিত হলো (চিত্র ১১.৩.১০)।



চিত্র ১১.৩.১০ বর্গক্ষেত্রাকার সিলিন্ডাকৃতি দণ্ডায়মান স্তম্ভের আইসোমেট্রিক দৃশ্য

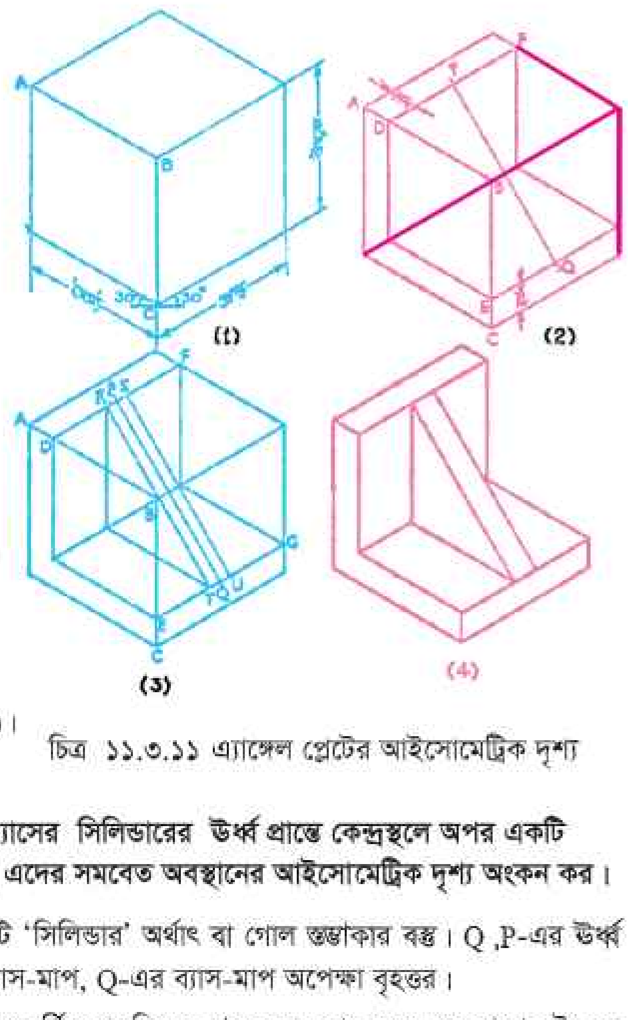
উদাহরণ ১১। 'রিব'সহ একটি 'এ্যাঙ্গেল প্লেট'-এর আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন কর।

প্রথমে অনুমান করি যে, এঙ্গেল প্লেটটি এমন একটি আয়তকার বাক্সের মধ্যে (Boxing Method) অবস্থিত যার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা যথাক্রমে প্রদত্ত এঙ্গেল প্লেটটির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতার সমান। পরে উদাহরণ ৫-এ বর্ণিত পদ্ধতিতে এ বাক্সটির একটি দৃশ্য অংকন করি (চিত্র-1)।

এখন এর কোণ-বিন্দু A থেকে AB বাহুর উপর এঙ্গেল প্লেটটির বেধ (Thickness) মাপ দূরে D একটি বিন্দু লই। C বিন্দু থেকেও অনুরূপভাবে CB বাহুর উপর বেধ মাপ উচ্চে E একটি বিন্দু লই। এই D ও E বিন্দু থেকে সন্নিহিত রেখাগুলোর সমান্তরালরূপে লম্ব এবং 30° কোণে DF ও EG রেখা টানি। এবার যথাক্রমে এই DF ও EG রেখা দুইটির মধ্যবিন্দু P ও Q নির্ণয় করে এদেরকে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করি (চিত্র- 2)। চিত্র ১১.৩.১১

এখন DF রেখার উপর P বিন্দুর বাম ও ডানদিকে 'রিব'-এর বেধ মাপের অর্ধ দূরত্বে R ও S দুইটি বিন্দু লই । এবং এ বিন্দু থেকে PQ-এর সমান্তরালরূপে সরলরেখা টানি। এ রেখা দুইটি EG রেখাকে T ও U বিন্দুতে ছেদ করল। R থেকে BC-এর এবং T থেকে AB - এর সমান্তরালরূপে সরলরেখা টানি (চিত্র- 3)।

শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে,(চিত্র-4) অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো (চিত্র ১১.৩.১১)।



চিত্র ১১.৩.১১ এ্যাঙ্গেল প্লেটের আইসোমেট্রিক দৃশ্য

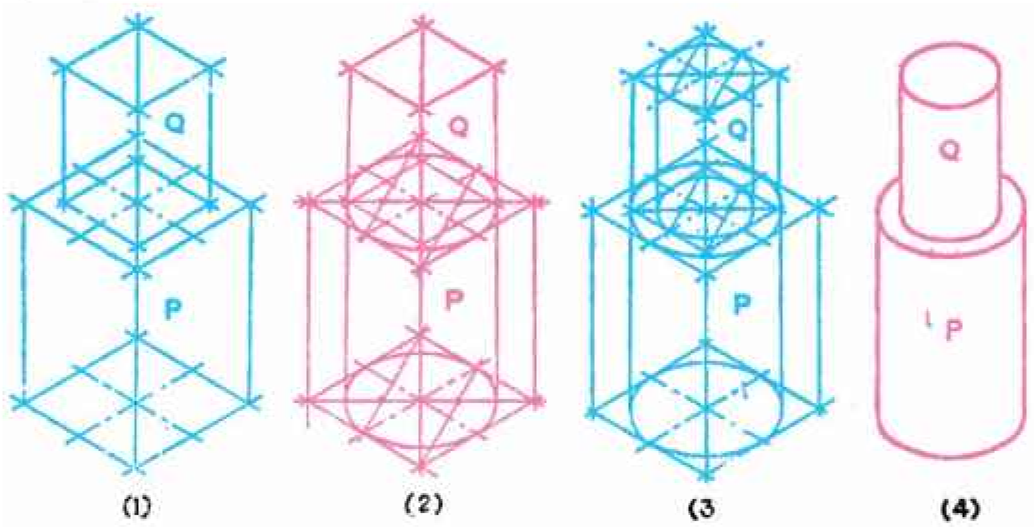
উদাহরণ ১২। দণ্ডায়মান একটি বৃহত্তর ব্যাসের সিলিন্ডারের ঊর্ধ্ব প্রান্তে কেন্দ্রস্থলে অপর একটি ক্ষুদ্রতর ব্যাসের 'সিলিন্ডার' দণ্ডায়মান। এদের সমবেত অবস্থানের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন কর।

মনে করি, P ও Q বস্তু দুইটি 'সিলিন্ডার' অর্থাৎ বা গোল স্তম্ভাকার বস্তু। Q ,P-এর ঊর্ধ্ব প্রান্তে কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত এবং P এর ব্যাস-মাপ, Q-এর ব্যাস-মাপ অপেক্ষা বৃহত্তর।

প্রথমে, পূর্ব উদাহরণ ১০-এ বর্ণিত পদ্ধতিতে ব্যাস সমান বাহু এবং এর মাপের উচ্চতা বিশিষ্ট বর্গক্ষেত্রাকার একটি বাক্সের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করি। কেন্দ্রস্থলে Q-এর ব্যাস-মাপ সমান বাহু এবং এর উচ্চতা বিশিষ্ট বর্গক্ষেত্রাকার একটি বাক্সের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করি

(চিত্র-1)। পরে, এই বাক্স দুইটির ঊর্ধ্ব এবং নিম্ন প্রান্তের রম্বস চারটির মধ্যে অফসেট বা চতুষ্কোণ পদ্ধতিতে উপবৃত্তের রূপ অংকন করে এদের স্পর্শক টানি। (চিত্র-2) ও (চিত্র-3) (চিত্র ১১.৩.২)।

শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে, (চিত্র- 4) এ অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো।



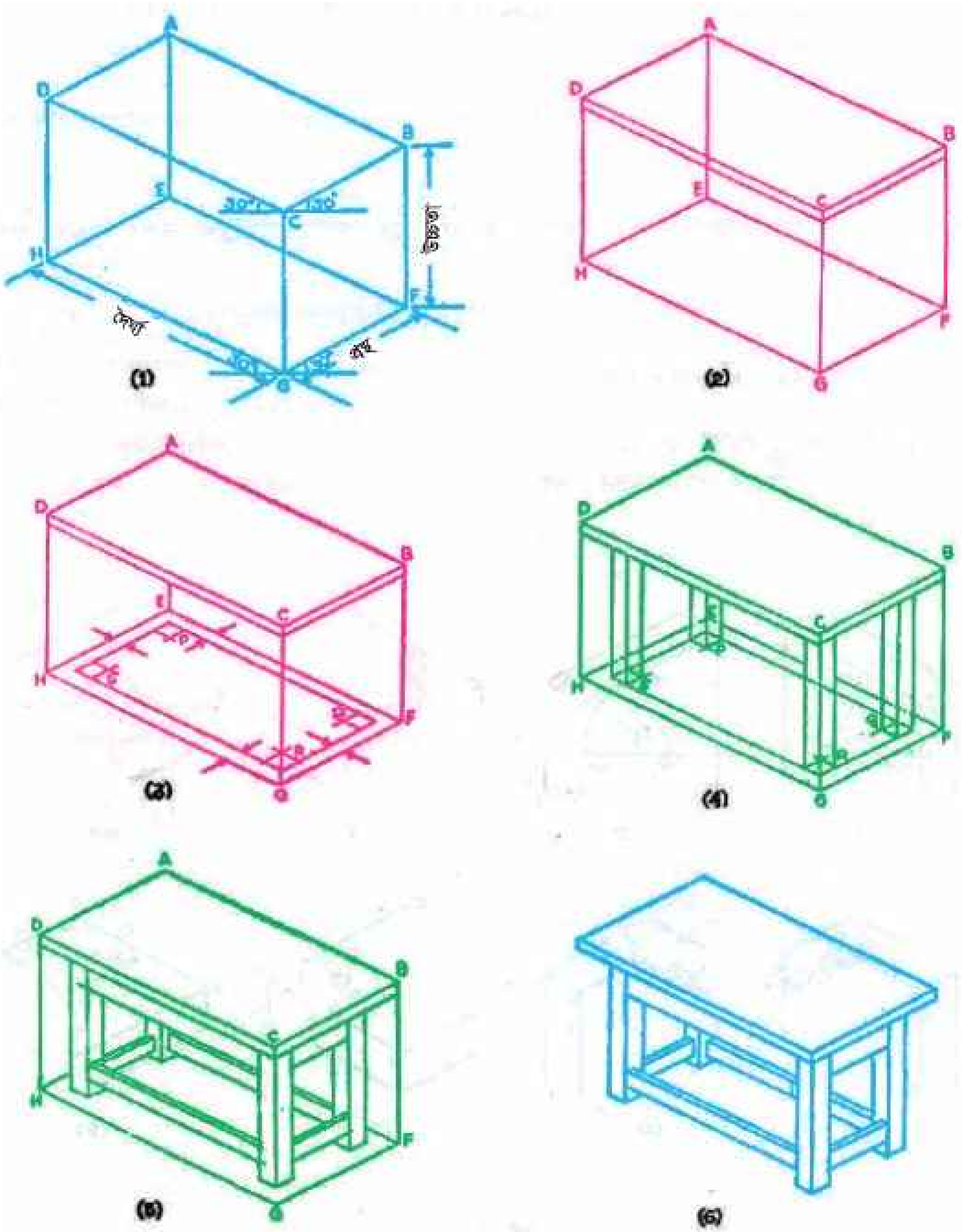
চিত্র ১১.৩.১২ সিলিন্ডাকৃতি দণ্ডায়মান বস্তুর আইসোমেট্রিক দৃশ্য

উদাহরণ ১৩। চতুষ্কোণ পায়া-বিশিষ্ট একটি আয়তাকার টেবিলের আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন কর।

প্রথমে টেবিলটিকে ছাদসহ ঐ মাপের একটি আয়তাকার বাক্স কল্পনা করে এর একটি আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করি এবং উপরের চারটি কোণে যথাক্রমে A,B,C,D এবং নিচের চারটি কোণে E,F,G,H অক্ষর চিহ্ন দিই (চিত্র-1)। পরে, DC এবং CB- এর সমান্তরালরূপে এবং ছাদের পুরুত্ব (Thickness) মাপ দূরত্বে নিচের দিকে দুইটি সরলরেখা টানি (চিত্র- 2)। এখন টেবিলের চারটি পায়া (Legs) ছাদের যে পরিমাণ ভিতরের দিকে অবস্থিত বাক্সটির ভূমির অর্থাৎ EFGH আয়তক্ষেত্রটির চার পাশ থেকে ঐ পরিমাণ দূরত্বে ভিতরের দিকে এবং EF, HG, FH, FG বাহু কয়টি সমান্তরাল রূপে সরলরেখা টানি। এ রেখা কয়টি যে আয়তক্ষেত্র গঠন করল তার চারটি কোণে পায়ার দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ সমান মাপের P, Q, R,S চারটি বর্গক্ষেত্র অংকন করি (চিত্র-3)।

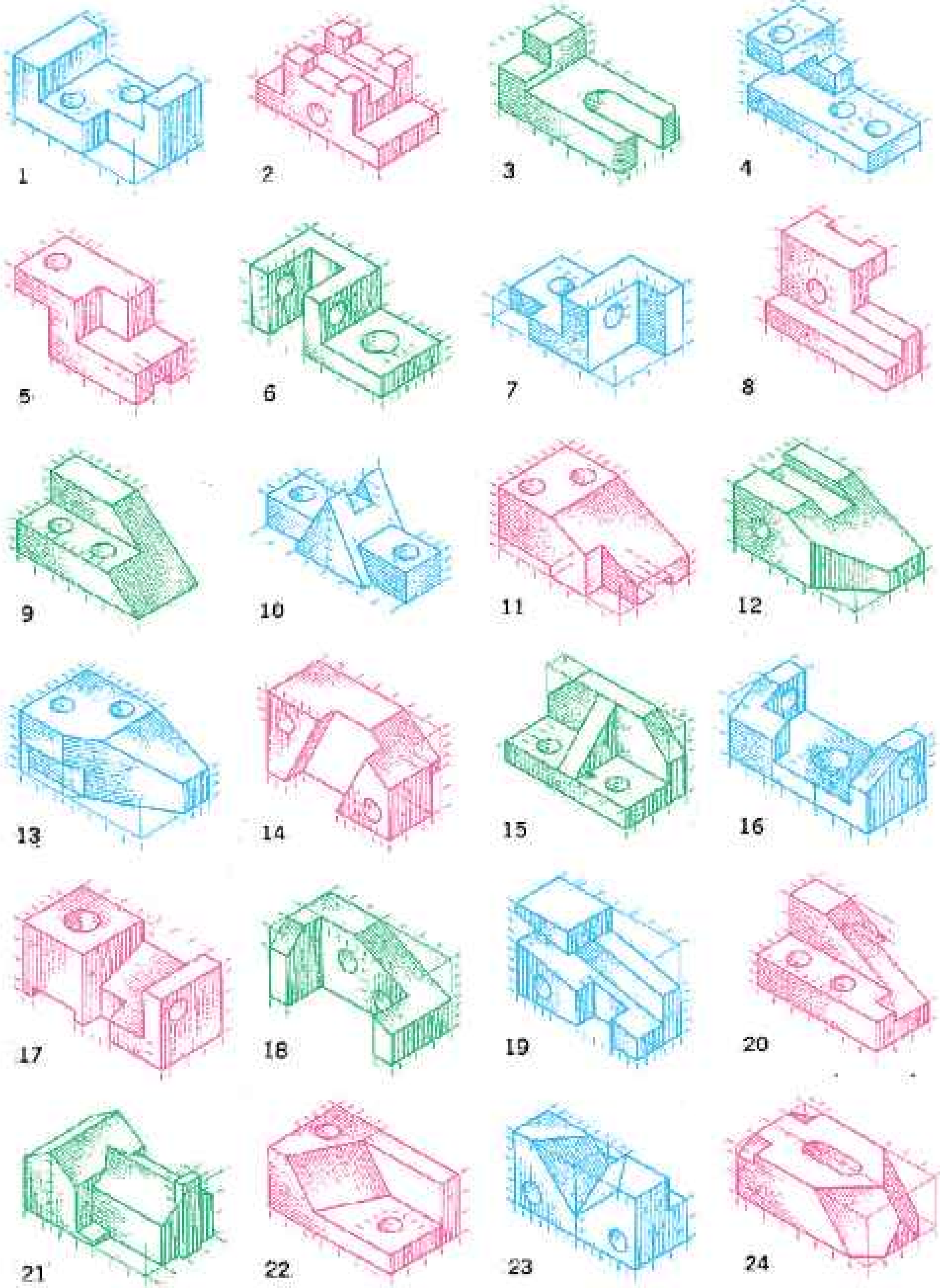
এবার এ বর্গক্ষেত্র কয়টির প্রত্যেকটি কোণ-বিন্দু থেকে বাক্সটির লম্ব ধারগুলোর (DH,CG ইত্যাদির) সমান্তরাল ছাদের নিচে রেখা পর্যন্ত সরলরেখা টানি। (চিত্র-4)। এখন আড়ভাবে অবস্থিত পায়া-সংলগ্ন উপরের এবং নিচের খণ্ড কয়টিকে অংকন করার জন্য পায়ার তলদেশ থেকে এটি যে পরিমাণ উপরে অবস্থিত ঐ উচ্চতায় এর প্রস্থ এবং বেধ মাপ রক্ষা করে DC, CB- এর সমান্তরালরূপে

পায়ার অন্তবর্তী স্থানে সরলরেখা টানি (চিত্র-5)। সর্বশেষে অক্ষর এবং অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে, (চিত্র-6) টেবিলটির অংকনীয় আইসোমেট্রিক দৃশ্য হলো (চিত্র-১১.৩.১৩)।



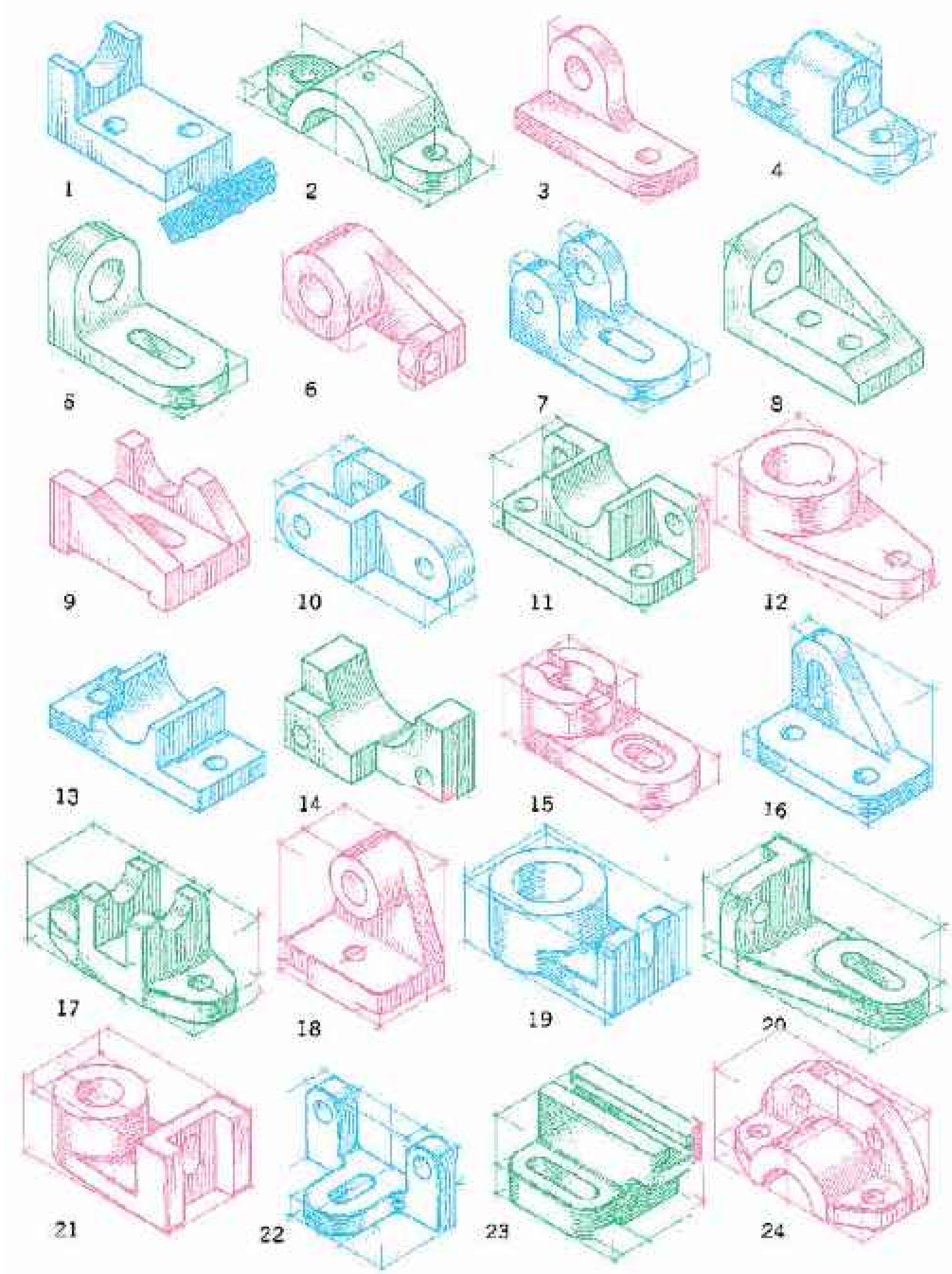
চিত্র ১১.৩.১৩ আয়তাকার টেবিলের আইসোমেট্রিক দৃশ্য

◈ নিম্নে আইসোমেট্রিক পদ্ধতিতে অঙ্কিত (১-২৪টি) যন্ত্রাংশ অনুশীলন করার জন্য প্রদত্ত হলো



চিত্র ১১.৩.১৪ আইসোমেট্রিক দৃশ্য

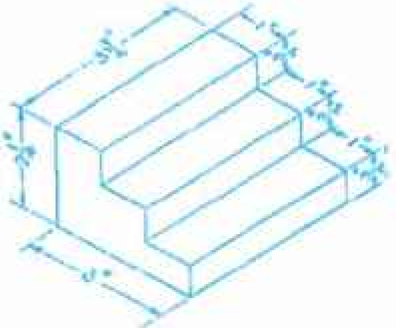
◈ নিম্নে আইসোমেট্রিক পদ্ধতিতে অঙ্কিত (১-২৪টি) যন্ত্রাংশ অনুশীলন করার জন্য প্রদত্ত হলো



চিত্র ১১.৩.১৫ আইসোমেট্রিক দৃশ্য

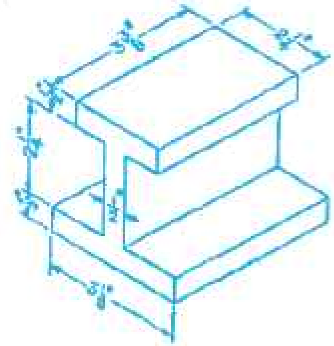
◈ আইসোমেট্রিক পদ্ধতিতে অঙ্কিত কিছু যন্ত্রাংশের উদাহরণ দেওয়া হলো

উদাহরণ-১



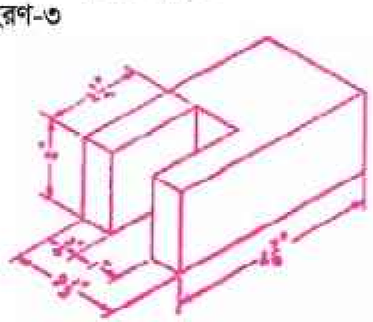
চিত্র ১১.৩.১৬

উদাহরণ-২



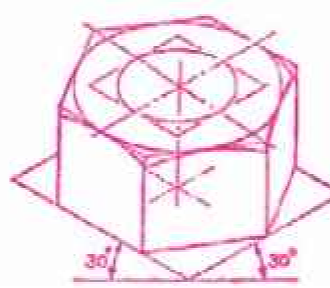
চিত্র ১১.৩.১৭

উদাহরণ-৩



চিত্র ১১.৩.১৮

উদাহরণ-৪

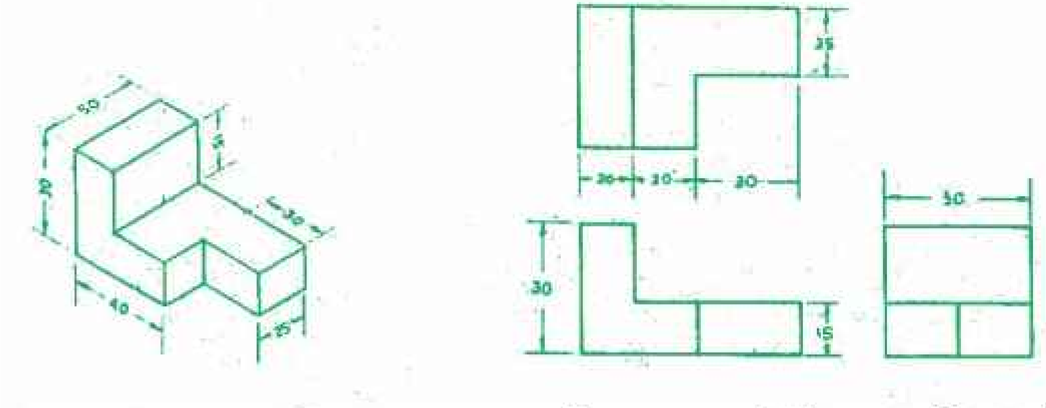


চিত্র ১১.৩.১৯

◈ অর্থোগ্রাফিক দৃশ্যে পরিমাপ পদ্ধতি দেওয়া হলো

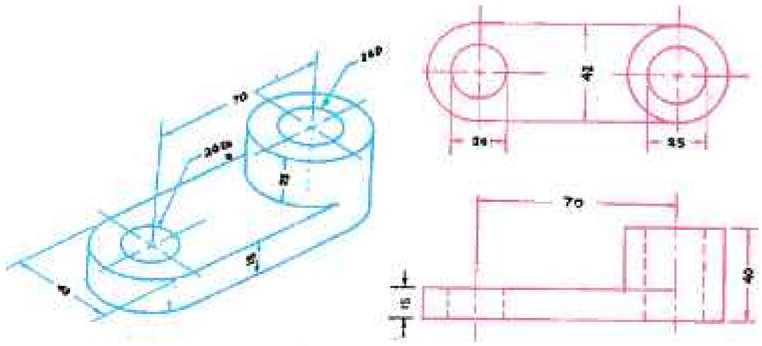
অর্থোগ্রাফিক বা সমমাত্রিক দৃশ্যে বস্তুর কোনো তলের পরিমাপ দেখাতে হলে তা সেই তলেই লিখতে হবে। একইভাবে কোনো তলে কিছু লেখার বিষয় থাকলে তা সেই তল বরাবরই লিখতে হয় (চিত্র ১১.৩.২০ ও চিত্র ১১.৩.২১)। **নিচে আইসোমেট্রিক দৃশ্য থেকে অর্থোগ্রাফিক বা সমমাত্রিক দৃশ্য অঙ্কন ও পরিমাপ দেওয়ার কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হলো :**

উদাহরণ- ১ :



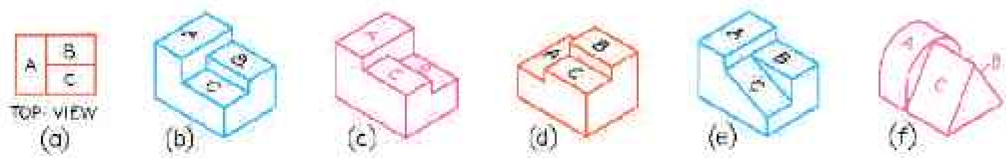
চিত্র ১১.৩.২০ অর্থোগ্রাফিক দৃশ্যে পরিমাপ পদ্ধতি

উদাহরণ- ২



চিত্র ১১.৩.২১ অর্থোগ্রাফিক দৃশ্যে পরিমাপ পদ্ধতি

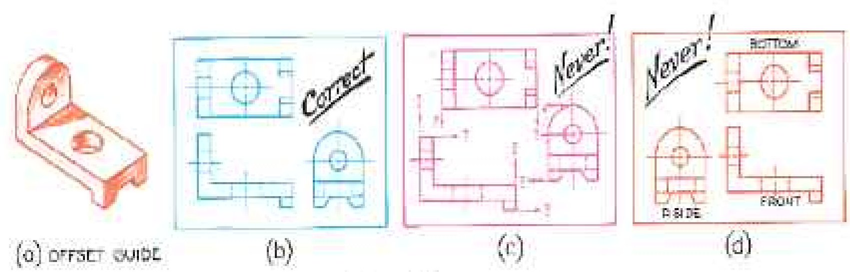
উদাহরণ- ৩



Adjacent Areas.

চিত্র ১১.৩.২২

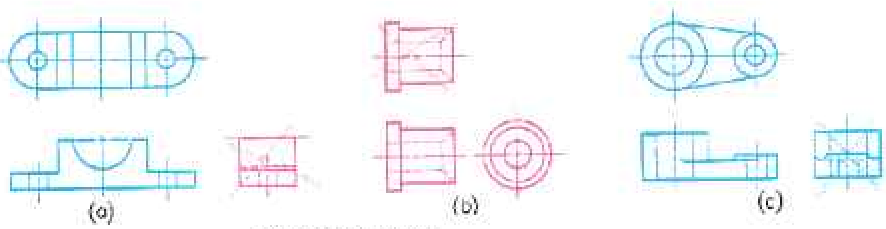
উদাহরণ- ৪



Position of Views.

চিত্র ১১.৩.২৩

উদাহরণ- ৫



Two Necessary Views.

চিত্র ১১.৩.২৪

অনুশীলনী - ১১ : আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। আইসোমেট্রিক ভিউ বা সমমাত্রিক দৃশ্য বলতে কী বোঝায় ?

২। ভূমি রেখার সাথে কত ডিগ্রি কোণে আইসোমেট্রিক দৃশ্য বা সম-মাত্রিক দৃশ্য অংকন করার নিয়ম ?

৩। আইসোমেট্রিক অক্ষ বলতে কী বোঝায় ?

৪। আইসোমেট্রিক রেখা বলতে কী বোঝায় ?

৫। আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য বলতে কী বোঝায় ?

৬। আইসোমেট্রিক স্কেল বলতে কী বোঝায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। একটি চিত্র অংকন করে আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকনের লক্ষণীয় বিষয়গুলো উল্লেখ করো।

২। প্রমান কর যে, আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্য = প্রকৃত দৈর্ঘ্য × 0.815

৩। চিত্রসহ আইসোমেট্রিক স্কেল অংকনের কৌশলটি বর্ণনা করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। একটি সিঁড়ির তিনটি ধাপ আইসোমেট্রিক দৃশ্যে অংকন করে দেখাও।

২। 4 সে.মি.× 3 সে.মি. বাহু বিশিষ্ট একটি আয়তক্ষেত্র অনুভূমিকতলের উপর এমনভাবে অবস্থিত যে, এর তল উল্লম্বতলের সমান্তরাল। আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে আয়তক্ষেত্রটির আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন করো।

৩। অনুভূমিকতলের উপর শায়িত কোনো একটি বৃত্তের আইসোমেট্রিক ভিউ অফসেট পদ্ধতি ও চতুষ্কেন্দ্র পদ্ধতিতে অংকন করো।

৪। কোনো একটি বৃত্ত বিভিন্ন অনুভূমিকতলের উপর এমনভাবে দণ্ডায়মান যে,এর তল উল্লম্বতলের সমান্তরাল।আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে বৃত্তটির আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন করো।

৫। আয়তাকার নালী বিশিষ্ট একটি আয়তাকার প্রিজম অনুভূমিকতলের উপর এমন ভাবে শায়িত যে, এর নালী অনুভূমিক তলের সমান্তরাল। প্রিজমটির আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন করো।

৬। 5 সে.মি. লম্বা এবং 2 সে.মি. ব্যাস বিশিষ্ট কোনো সিলিন্ডার অনুভূমিকতলের উপর দণ্ডায়মান থাকলে আইসোমেট্রিক দৈর্ঘ্যের সাহায্যে সিলিন্ডারটির আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন করো।

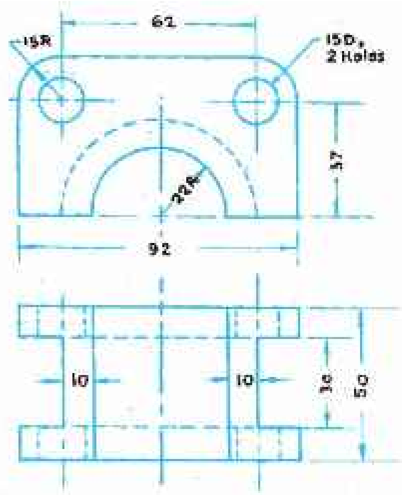
৭। 5 সে.মি. বর্গাকার একটি বস্তুর উপরিতলের কেন্দ্রস্থলে 3 সে.মি.বর্গাকার অপর একটি বস্তু অবস্থিত। এদের সম্মিলিত আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন করো।

৮। 5 সে.মি. বর্গাকার একটি বস্তুর উপরিতলের কেন্দ্রস্থলে 6 সে.মি. লম্বা ও 3 সে.মি. ব্যাস বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডার অবস্থিত। এদের সম্মিলিত আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন করো।

৯। 10 সে.মি × ৪ সে.মি. উপরিতল বিশিষ্ট একটি টেবিলের আইসোমেট্রিক ভিউ অংকন করো।

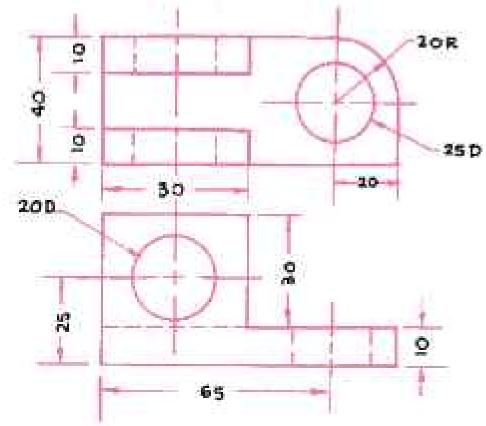
১০। অপর পৃষ্ঠায় কতকগুলো ব্লক ও যন্ত্রাংশের অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য দেওয়া আছে। এ দৃশ্যগুলো থেকে আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করো।

সমস্যা - ১



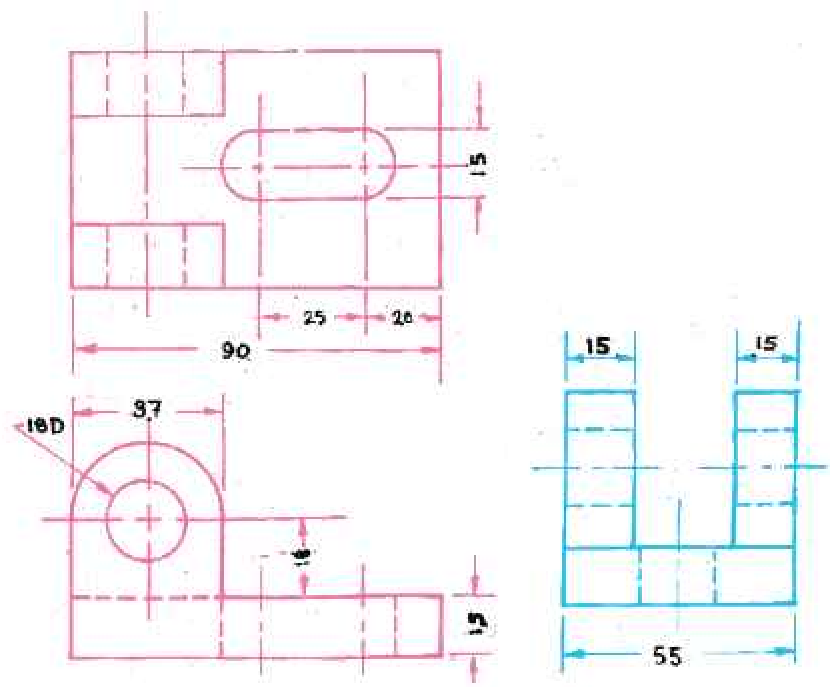
চিত্র ১১.৩.২৫ অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য

সমস্যা - ২



চিত্র ১১.৩.২৬ অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য

সমস্যা - ৩



চিত্র ১১.৩.২৭ অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য

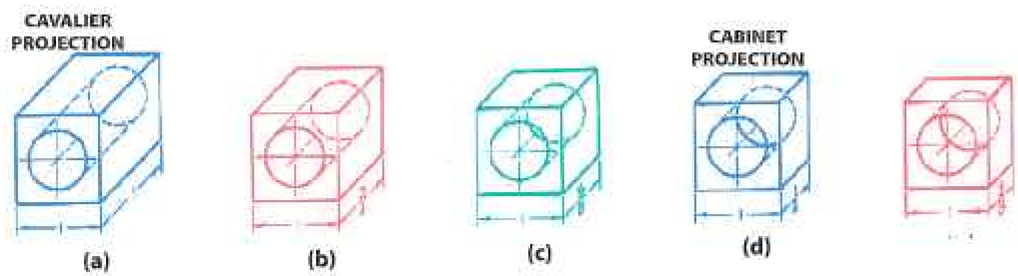
১২. অবলিক দৃশ্য অংকন

Oblique View Drawing

১২.১ অবলিক দৃশ্য (Oblique View)

'আইসোমেট্রিক' বা সমমাত্রিক পদ্ধতির মতো 'অবলিক' বা তির্যক পদ্ধতির মাধ্যমেও সরল গঠনবিশিষ্ট ঘনবস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতাকে একটি মাত্র দৃশ্যে দেখান সম্ভব হয়। এর সাহায্যে সাধারণ আসবাব পত্রকে সহজে অংকন করতে সুবিধা হয়। এতে প্রথমে বস্তুটির প্রধান একটি সমতল পৃষ্ঠতলকে উল্লম্বতলের (Vertical Plane) সমান্তরালরূপে রেখে 'সম্মুখ এলিভেশন' (Front Elevation) দৃশ্য অঙ্কন করা হয়। পরে, 45° কোণ (Cavalier Projection) বা 30° কোণে (Cabinet Projection) রেখা টেনে এর একটি পাশ এবং উপরের পৃষ্ঠতলকে দেখান হয়ে থাকে। 45° কোণে অংকিত রেখার স্থলে উপরের পৃষ্ঠতলটি অতিরিক্ত দীর্ঘ দেখায় বলে এ রেখাগুলোর দৈর্ঘ্যকে প্রকৃত দৈর্ঘ্যের অর্ধ নেওয়াই সাধারণ নিয়ম।

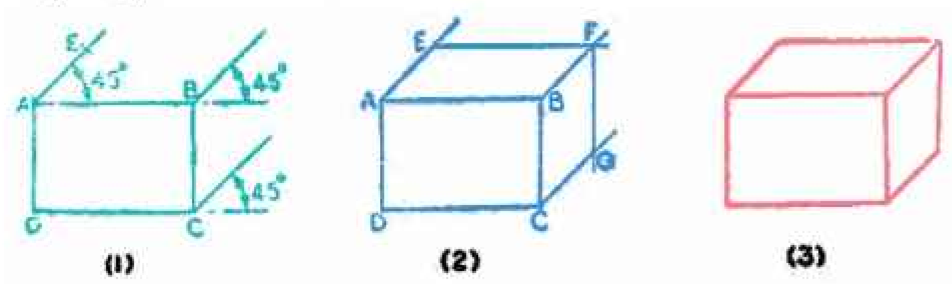
১২.২ বর্গাকার ঘনবস্তুর অবলিক দৃশ্য অংকন



চিত্র ১২.২ ক্যাভেলিয়ার ও ক্যাবিনেট প্রজেকশনের বর্গাকার ঘনবস্তুর অবলিক দৃশ্য

◈ **উদাহরণ ১। অনুভূমিকতলের উপর শায়িত একটি আয়তাকার প্রিজমের অবলিক দৃশ্য অংকন** করো।

প্রথমে প্রিজমটিকে এ প্রকারে স্থাপন করি, যাতে এর একটি প্রান্ত উল্লম্বতলের সমান্তরাল হয়। পরে, এর 'সম্মুখ এলিভেশন' দৃশ্য অংকন করি। এটি একটি আয়তক্ষেত্র হয়। মনে করি, এটি ABCD। এখন, এ আয়তক্ষেত্রটির A, B, C কোণ-তিনটিতে অনুভূমিক রেখার সাথে 45° কোণে তিনটি সরলরেখা টানি এবং A থেকে টানা রেখাটির উপর প্রিজমটির দৈর্ঘ্যের অর্ধ সমান AE কেটে নিই (চিত্র-1)।

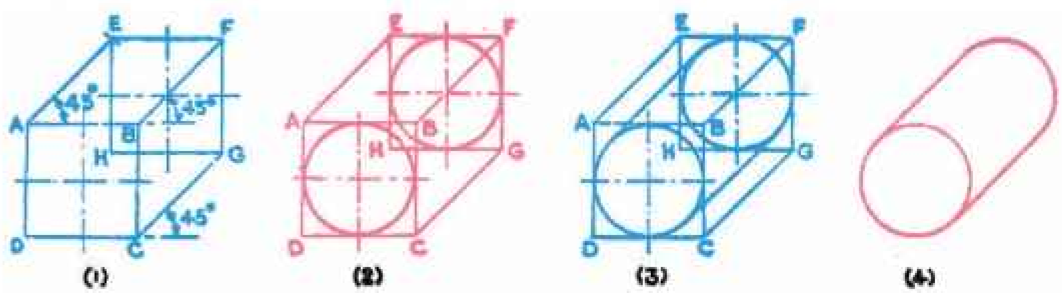


চিত্র ১২.২.১ আয়তাকার প্রিজমের অবলিক দৃশ্য

এবার, E থেকে AB-এর সমান্তরালরূপে EF একটি সরলরেখা টানি। এটি B থেকে টানা রেখাটিকে F বিন্দুতে ছেদ করল। এই F থেকে BC-এর সমান্তরাল একটি সরলরেখা টানি। এটি C থেকে টানা রেখাটিকে G বিন্দুতে ছেদ করল (চিত্র-2)। শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে, অংকনীয় অবলিক দৃশ্য হলো (চিত্র-3)।

উদাহরণ ২। অনুভূমিকতলের উপর শায়িত একটি সিলিন্ডারের অবলিক দৃশ্য অংকন কর।

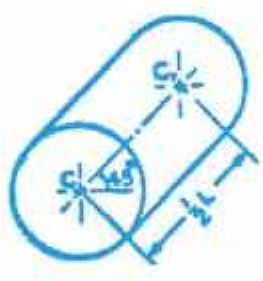
পদ্ধতি (ক) ঃ প্রথমে কল্পনা করি যে, সিলিন্ডারটি এমন একটি বর্গক্ষেত্রাকার (Square) বাক্সের মধ্যে অবস্থিত যার বাহু এর ব্যাসের সমান এবং দৈর্ঘ্য এ দৈর্ঘ্যের অর্ধ সমান। পরে, পূর্ব উদাহরণ-২ এ লিখিত পদ্ধতি অনুযায়ী এ বাক্সটির (পশ্চাৎ ভাগসহ) একটি অবলিক দৃশ্য অংকন করি। ধরি, বাক্সটির সম্মুখ ও পশ্চাতের বর্গক্ষেত্র দুইটি যথাক্রমে ABCD ও EFGH। (চিত্র-1)।



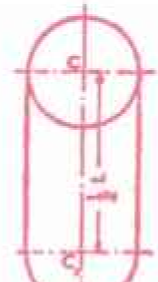
চিত্র ১২.২.২ অনুভূমিকতলের উপর শায়িত সিলিন্ডারের অবলিক দৃশ্য

এখন, এ বর্গক্ষেত্র দুইটির কেন্দ্র-রেখা টেনে এবং এদের বাহু কয়টিকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে দুইটি বৃত্ত অঙ্কন করি (চিত্র-2)। পরে, এ বৃত্ত দুইটির স্পর্শক টানি (চিত্র-3)। শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে, (চিত্র-**4**) অংকনীয় অবলিক দৃশ্য হলো।

উদাহরণ ৩। অনুভূমিকতলের উপর দণ্ডায়মান একটি সিলিন্ডারের অবলিক দৃশ্য অংকন কর।
একে উপরে বর্ণিত উদাহরণ ২-এর পদ্ধতি (খ) অনুযায়ী অংকন করতে হবে (চিত্র ১২.২.৪)।



চিত্র ১২.২.৩

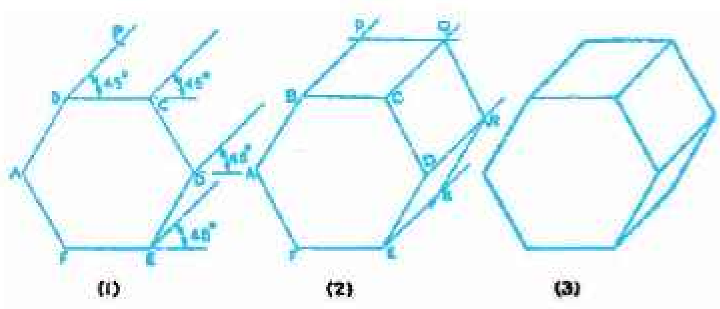


চিত্র ১২.২.৪

২০২৫

পদ্ধতি (খ) ঃ এ স্থলে উপরের মতো বাক্স অংকন করা যায় না। প্রথমে, যে কোনো বিন্দু C-কে কেন্দ্র এবং সিলিন্ডারটিকে ব্যাসের অর্ধেক ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি। পরে, C-তে অনুভূমিক রেখার সাথে 45° কোণে একটি সরলরেখা টেনে এর উপরে সিলিন্ডারটির দৈর্ঘ্যের অর্ধ $(=\frac{1}{2}\mathbf{L})$ দূরত্বে C1 বিন্দু নিই। এখন, এ C1-কে কেন্দ্র এবং পূর্বের ব্যাসার্ধকেই ব্যাসার্ধ নিয়ে আর একটি বৃত্ত অংকন করি। শেষে, এ বৃত্ত দুইটির স্পর্শক টানি (চিত্র ১২.২.৪)।

উদাহরণ ৪। আয়তাকার পৃষ্ঠতলের উপর ভর করে অনুভূমিকতলের উপর শায়িত ষড়ভুজাকার প্রিজমের অবলিক দৃশ্য অংকন করো।



চিত্র ১২.২.৫ ষড়ভুজাকার প্রিজমের অবলিক দৃশ্য

প্রথমে প্রদত্ত বাহু-মাপ দিয়ে ABCDEF একটি ষড়ভুজ অংকন করি। পরে, এর B, C, D এবং E কোণ বিন্দুতে অনুভূমিক রেখার সাথে 45° কোণে সরলরেখা টানি এবং B থেকে টানা রেখাটির উপর প্রিজমটির দৈর্ঘ্যের অর্ধ সমান BP দৈর্ঘ্য কেটে নিই (চিত্র- 1)।

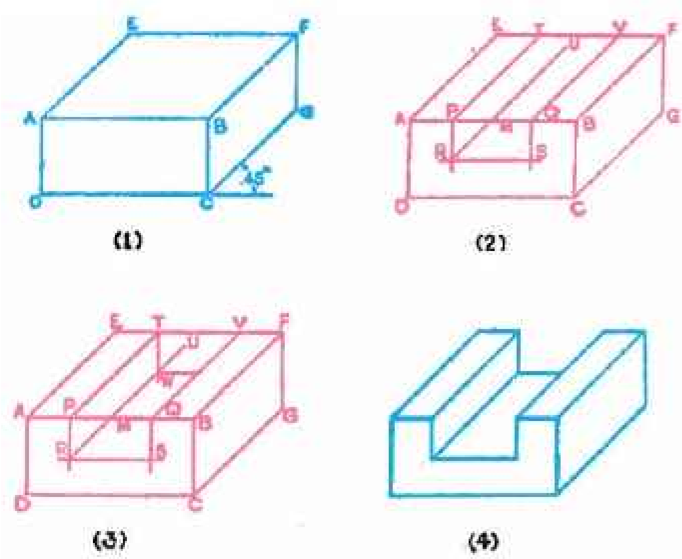
এখন, P থেকে b-এর সমান্তরালরূপে একটি রেখা টানি। এটি C থেকে টানা রেখাটিকে Q বিন্দুতে ছেদ করল। এবার Q থেকে CD-এর সমান্তরালরূপে QR এবং R থেকে DE-এর সমান্তরালরূপে RS রেখা টানি (চিত্র-2)। শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে, চিত্র (3) অংকনীয় অবলিক দৃশ্য হলো।

অবলিক ভিউ-এর পরিমাপ অর্থোগ্রাফিক ভিউ পরিমাপ পদ্ধতিতেই করা যায়। তবে এক্ষেত্রে 45° কোণে তির্যক পার্শ্বগুলোর বেলায় তীরচিহ্ন এবং লেখার ধরন কিছুটা ব্যতিক্রম করে পার্শ্বগুলোর সাথে তির্যক করে অংকন করলে অধিকতর সুন্দর হয়।

১২.২ আয়তাকার নালী যুক্ত ঘনবস্তুর অবলিক দৃশ্য অংকন

উদাহরণ ৫। আয়তাকার এবং ভূমি-সমান্তরাল নালী-বিশিষ্ট একটি আয়তাকার প্রিজম অনুভূমিকতলের উপর অবস্থিত। এর অবলিক দৃশ্য অংকন করো।

প্রথমে প্রিজমটিতে কোনো নালী নেই, এটি অনুমান করে উদাহরণ-১-এ বর্ণিত প্রণালি অনুযায়ী এর একটি অবলিক দৃশ্য অংকন করি। মনে করি, এর পৃষ্ঠতল তিনটি ABCD, ABFE ও BCGF (চিত্র- 1)



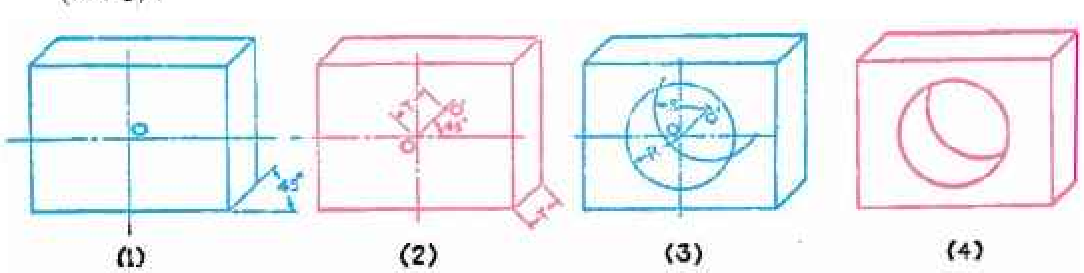
চিত্র ১২.২.৬ আয়তাকার নালী বা স্লট যুক্ত ঘনবস্তুর অবলিক দৃশ্য

পরে AB রেখাটির মধ্য-বিন্দু M নির্ণয় করে নালীটির গভীরতা মাপ নিচে এবং AB-এর সমান্তরালরূপে একটি সরলরেখা টানি। AB-এর উপর M-এর বাম ও ডান দিকে নালীর প্রশস্ততা মাপের অর্ধ দূরত্বে P ও Q দুইটি বিন্দু নিয়ে এখান থেকে নিচের দিকে লম্ব টানি। এ রেখা দুইটি পূর্বের রেখাটিকে R ও S বিন্দুতে ছেদ করলো। এবার P,Q ও R বিন্দু থেকে AE-এর সমান্তরালরূপে যথাক্রমে PT,RU এবং QU তিনটি সরলরেখা টানি (চিত্র-2)

এখন T বিন্দু থেকে একটি লম্ব টানি। এটি RU রেখাকে W বিন্দুতে ছেদ করলো। এই W থেকে EF-এর সমান্তরালরূপে একটি সরলরেখা টানি। এটি QV রেখাকে ছেদ করলো (চিত্র-3)। শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে (চিত্র- 4) অবলিক দৃশ্য অংকিত হলো।

উদাহরণ ৬। কেন্দ্রস্থলে গোল ছিদ্র-বিশিষ্ট একটি আয়তাকার প্রিজম অনুভূমিকতলের উপর এই প্রকারে অবস্থিত যে, ছিদ্রটির অক্ষ উল্লম্বতলের সাথে এক সমকোণ উৎপন্ন করে। প্রিজমটির অবলিক দৃশ্য অংকন কর।

প্রথমে উদাহরণ ১-এ বর্ণিত পদ্ধতিতে ছিদ্র শূন্য অবস্থায় একটি অবলিক দৃশ্য অংকন করে সম্মুখস্থিত পৃষ্ঠতলটির উপর লম্ব ও অনুভূমিক দুইটি কেন্দ্র-রেখা টানি। এদের ছেদ-বিন্দু O হলো (চিত্র-1)।

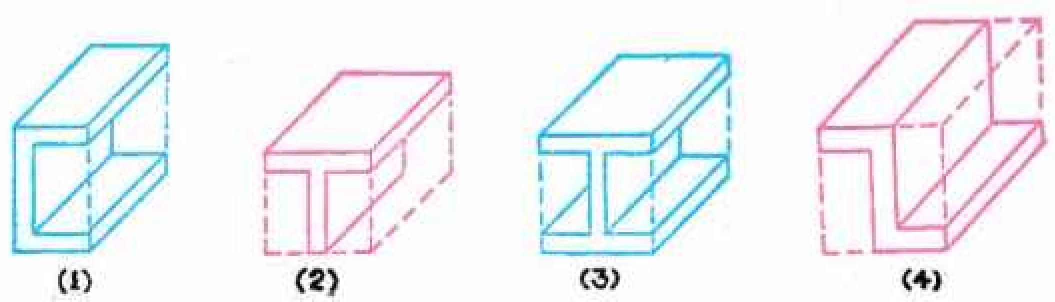


চিত্র ১২.২.৭ গোল ছিদ্র-বিশিষ্ট আয়তাকার ঘনবস্তুর অবলিক দৃশ্য

পরে, এই O থেকে অনুভূমিক রেখার সাথে 45° কোণে একটি সরলরেখা টেনে এর উপর প্রিজমটির প্রকৃত বেধ মাপের অর্ধ T সমান O-O′ কেটে নিই (চিত্র-2)।

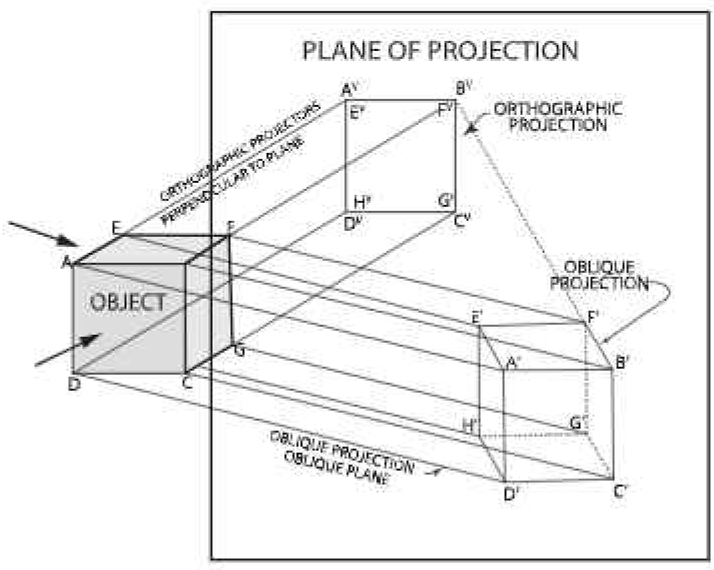
এখন, যথাক্রমে O এবং O′ বিন্দুকে কেন্দ্র এবং ছিদ্রের ব্যাসার্ধ মাপ R-কে ব্যাসার্ধরূপে একটি পূর্ণবৃত্ত ও একটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি (চিত্র-3)। শেষে অতিরিক্ত রেখাগুলো মুছে ফেলি। ফলে, চিত্র (4) অবলিক দৃশ্য অংকিত হলো।

নিম্নের চিত্র ১২.২.৮ এ 1) চ্যানেল (Channel) 2) টি (Tee) 3) জয়েস্ট (Joist) 4) জেড (Zed) আয়রনের অবলিক দৃশ্য অংকনের সংক্ষিপ্ত পদ্ধতি প্রদর্শন করা হলো



চিত্র ১২.২.৮ বিভিন্ন প্রকার চ্যানেলের অবলিক দৃশ্য

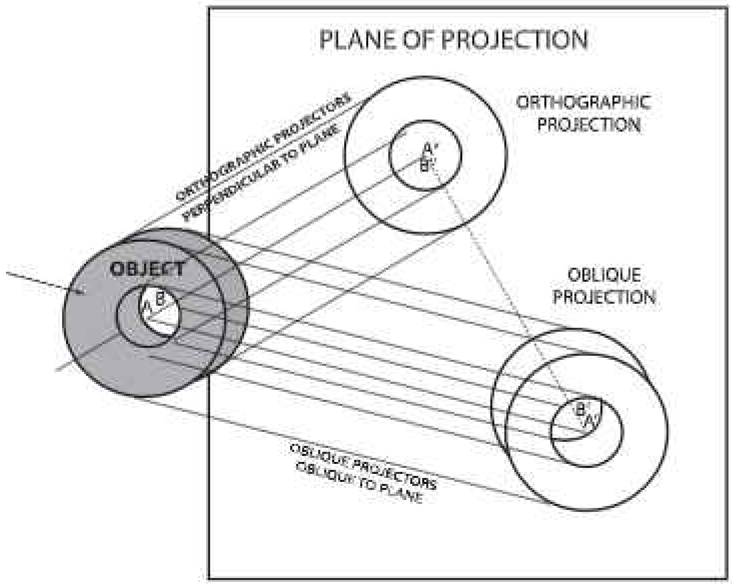
উদাহরণ ৭। নিম্নের চিত্রে বর্গক্ষেত্রাকার ব্লকের অবলিকভিউ ও অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনের পার্থক্য দেখানো হলো



Comparision of Oblique and Orthographic Projections.

চিত্র ১২.২.৯ বর্গক্ষেত্রাকার ব্লকের অবলিক ও অর্থোগ্রাফিক ভিউ

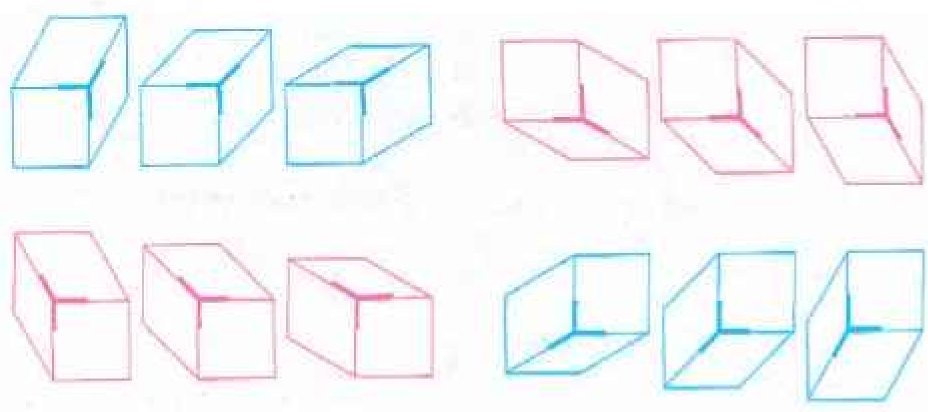
উদাহরণ ৮। নিম্নের চিত্রে সিলিন্ড্রিক্যাল ব্লকের অবলিকভিউ ও অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশনের পার্থক্য দেখানো হলো



Circles Parallel to Plane Of Projection

চিত্র ১২.২.১০ সিলিন্ড্রিক্যাল ব্লকের অবলিক ও অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৯। নিম্নের চিত্রে আয়তক্ষেত্রাকার ব্লকের অক্ষসমূহের পরিবর্তনীয় বিভিন্ন দিকের অবলিকভিউগুলো প্রদর্শন করা হলো



Variation in Direction of Receding Axis.

চিত্র ১২.২.১১ আয়তক্ষেত্রাকার ব্লকের অক্ষসমূহের বিভিন্ন দিকের অবলিকভিউ

অনুশীলনী - ১২ : অবলিক দৃশ্য অংকন

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। অবলিক দৃশ্য কী ?

২। ক্যাবিনেট ও ক্যাভেলিয়ারি অবলিক প্রোজেকশন সাধারণত কত ডিগ্রি কোণে অংকন করা হয় ?

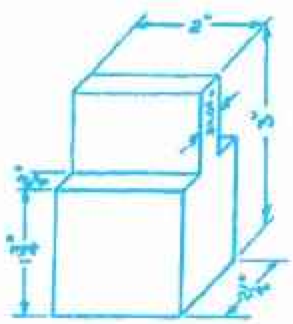
৩। একটি হেক্সাগোনাল নাট অবলিক ভিউতে অংকন করে দেখাও।

৪। অবলিক দৃশ্য বা প্রোজেকশন সাধারণত কোথায় কোথায় ব্যবহার করা হয় ?

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

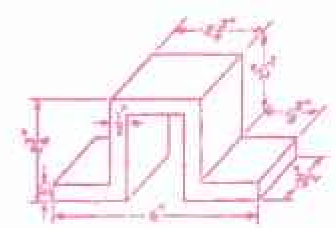
১। ড্রইং ইনস্ট্রুমেন্টের সাহায্যে প্রদত্ত পরিমাপ অনুযায়ী নিচের ব্লকগুলোর অবলিক ভিউ অংকন করো।

ব্লক - ১



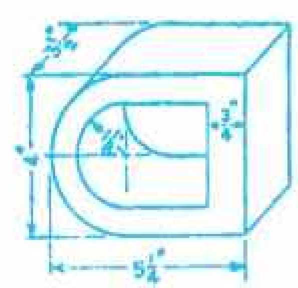
চিত্র ১২.১২ অবলিক ভিউ

ব্লক - ২



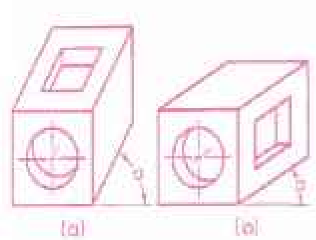
চিত্র ১২.১৩ অবলিক ভিউ

ব্লক -৩



চিত্র ১২.১৪ অবলিক ভিউ

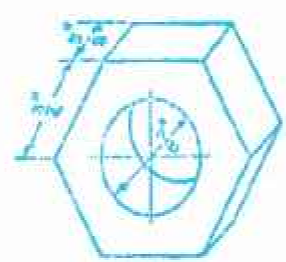
ব্লক - ৪



Angle of Receding Axis.

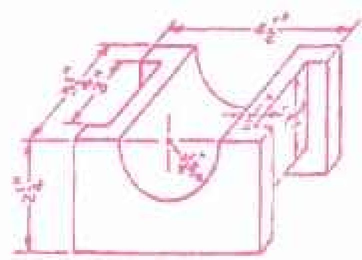
চিত্র ১২.১৫ অবলিক ভিউ

ব্লক - ৫



চিত্র ১২.১৬ অবলিক ভিউ

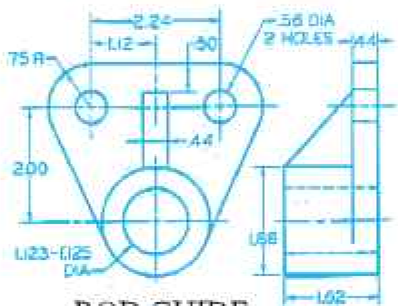
ব্লক - ৬



চিত্র ১২.১৭ অবলিক ভিউ

২। নিম্নে চিত্রে মেশিনারি পার্টস ব্লকের অর্থোগ্রাফিক ভিউ থেকে অবলিকভিউ অংকন কর ।

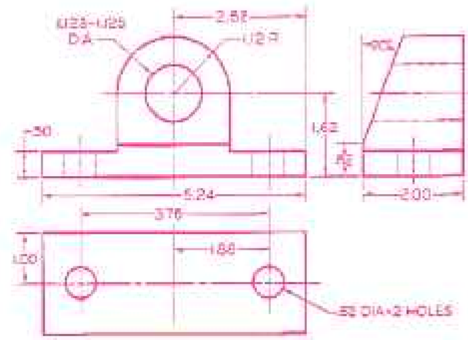
সমস্যা - ১



ROD GUIDE

চিত্র ১২.১৮ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

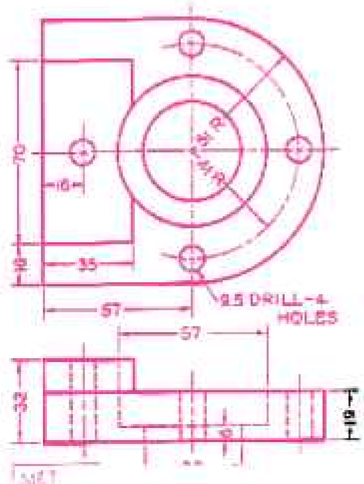
সমস্যা - ২



ANGLE BEARING

চিত্র ১২.১৯ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

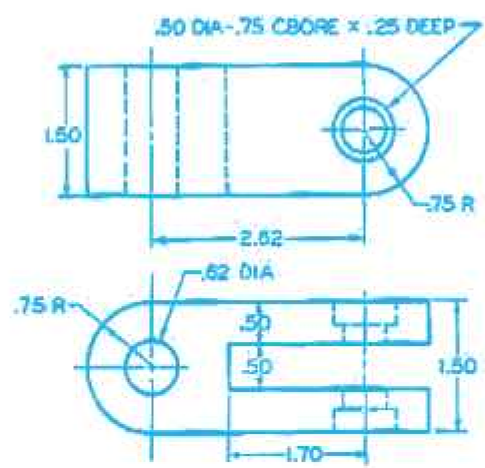
সমস্যা - ৩



HOUSING CAP

চিত্র ১২.২০ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

সমস্যা - ৪



চিত্র ১২.২১ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

২০২৫

১৩. অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য অংকন
Orthographic View Drawing

১৩.০ অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং-এ প্রায় সর্বত্রই এ ধরনের দৃশ্য অংকন করা হয়। এতে দৃশ্যের প্রতিটি রেখা প্রকৃত মাপে থাকে। ফলে দৃশ্য থেকে মাপ প্রত্যক্ষভাবে পাওয়া যায়। কিন্তু অসুবিধা এই যে, 'আইসোমেট্রিক', 'অবলিক' বা 'পার্সপেক্টিভ' দৃশ্যের বেলায় যেমন একটি মাত্র দৃশ্য থেকে এবং সহজে বস্তুটির রূপ উপলব্ধি হয়, এর বেলায় তা হয় না। রূপ ও গঠন বৈচিত্র্য উপলব্ধি করার জন্য দুই বা ততোধিক দৃশ্যকে একযোগে বিবেচনা করার প্রয়োজন হয়ে থাকে। এ কারণে এ দৃশ্য অন্যান্য দৃশ্যের মতো সহজবোধ্য হয় না। এর অংকন পদ্ধতিও অপেক্ষাকৃত কঠিন।

১৩.১ অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপ (Orthographic Projection)

কোন বস্তুর প্রতিটি ধারের (Edge) অর্থাৎ পৃষ্ঠতলের (Surface) সীমারেখার প্রত্যেকটি বিন্দু থেকে নির্দিষ্ট কোনো তলের (Plane) উপর লম্ব রেখা (Perpecdicular) টানলে রেখাগুলো পরস্পর সমান্তরাল হয় এবং যে যে বিন্দুতে এরা তলটিকে ছেদ করে, তাদেরকে যুক্ত করলে একটি চিত্র তৈরি হয়ে থাকে। এ চিত্রটিকে ঐ বস্তুর অর্থগ্রাফিক ভিউ বা সমরূপীয় দৃশ্য (Orthograpic View) এবং রেখাগুলোকে প্রজেক্টর (Projector) বা 'প্রজেকশন রেখা' (Projection Lines) বলা হয়।

অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন বা সমরূপীয় অভিক্ষেপ (Orthographic Projection)

একটি তলের উপর কোনো অভিক্ষেপ অথবা দৃশ্য অবস্থিত থেকে যখন পরিকল্পিত রেখা (Projection) একে অন্যের সমান্তরাল হয়, কিন্তু অভিক্ষেপ তলে এটা লম্বভাবে অবস্থান করে, তাকে অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপ (Orthographic Projection) বা সমরূপীয় অভিক্ষেপ বলে।

❖ **চার কোয়াড্রান্ট (Four Quadrants)**

অনুভূমিক (Horizontal) এবং উল্লম্ব (Vertical) তল দুইটিকে বর্ধিত করলে চারটি দ্বিতল কোণ (Di-Hedral Angle) উৎপন্ন হয়। এ কোণ কয়টিকে যথাক্রমে প্রথম, দ্বিতীয়, তৃতীয় ও চতুর্থ কোণ অথবা কোয়াড্রান্ট বলে।

❖ **অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপের নীতি (Principle of Orthographic Projection)**

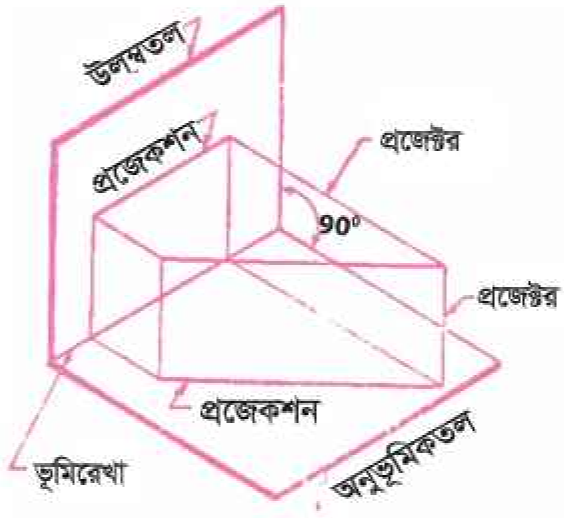
অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপের নীতিতে দৃশ্য অংকন করার সময় সাধারণত নিম্নলিখিত দুইটি তল (Plane) অনুমান করা হয়। যথা

১) **অনুভূমিক তল (Horizontal Plane বা সংক্ষেপে H.P)**

যে তল ভূমিতলের সমান্তরাল থাকে, সেটাই অনুভূমিক তল। যেমন-ঘরের মেঝে, টেবিলের উপরিভাগ ইত্যাদি।

২) উল্লম্ব তল (Vertical Plane বা সংক্ষেপে V.P.)

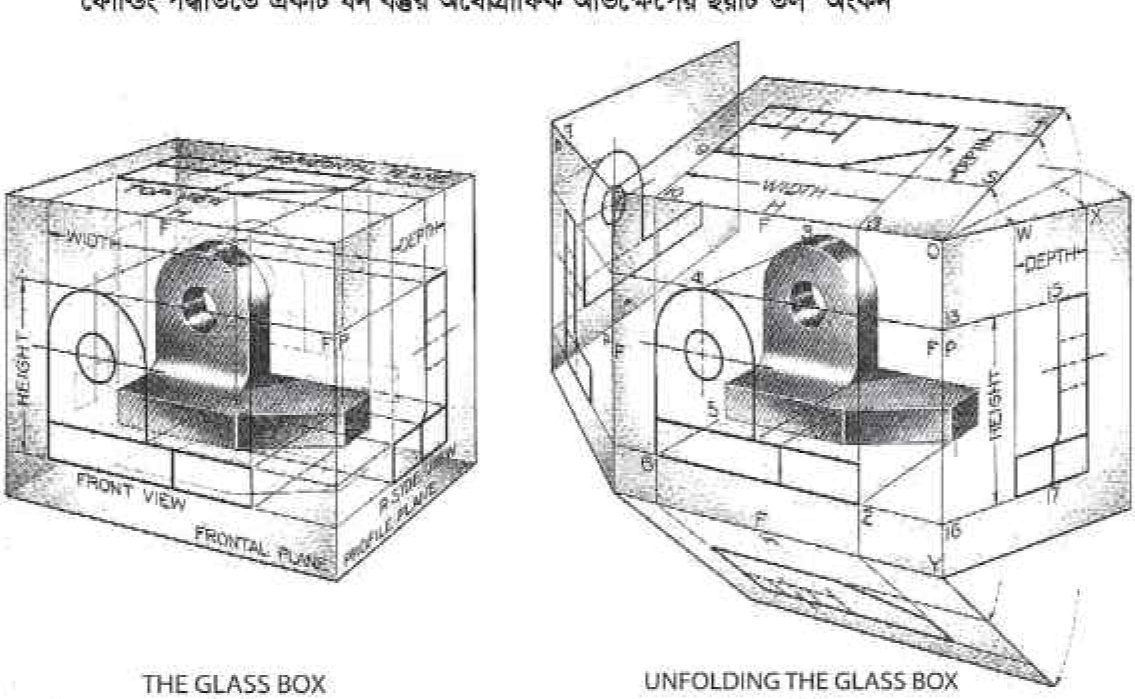
যে তল ভূমিতলের সাথে এক সমকোণ উৎপন্ন করে বা এর উপরে লম্বভাবে অবস্থিত থাকে, সেটাই উল্লম্ব তল। যেমন-ঘরের দেওয়াল বা প্রাচীর। এ উল্লম্ব ও অনুভূমিকতল দুইটির সংযোগ রেখাকে ভূমি-রেখা' (Ground Line) বলে। পরের দৃশ্য অংকনের সময় এ রেখাকেই XX'রেখা দ্বারা সূচিত করা হয়েছে (চিত্র ১৩.১)



চিত্র ১৩.১ অনুভূমিক ও উল্লম্ব তল

১৩.২ অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপ তল

ফোল্ডিং পদ্ধতিতে একটি ঘন বস্তুর অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপের ছয়টি তল অংকন

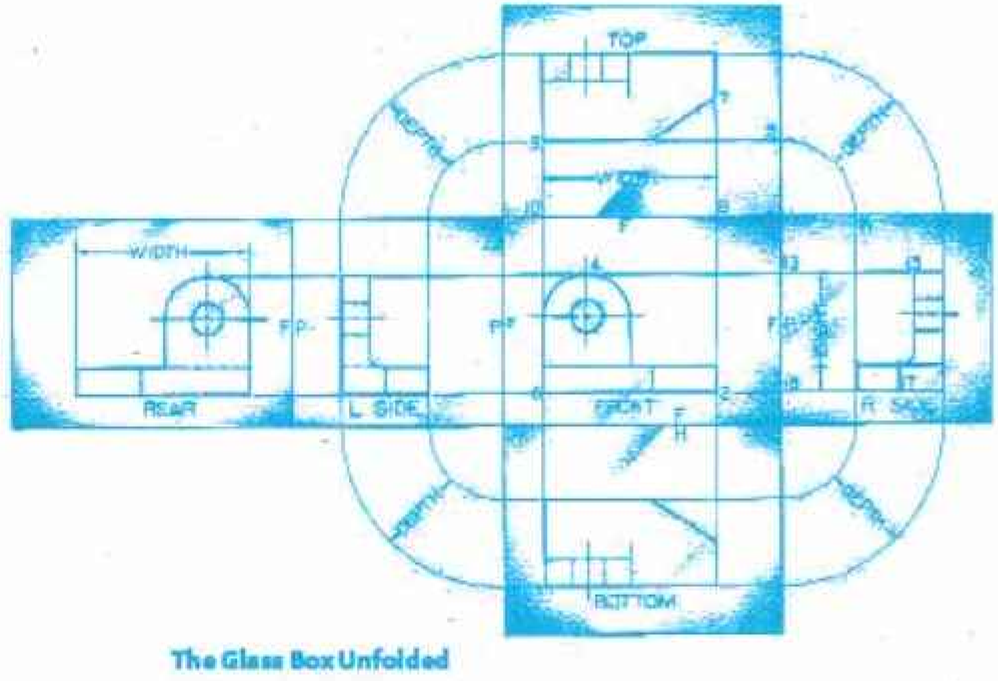


THE GLASS BOX (a)

UNFOLDING THE GLASS BOX (b)

THE GLASS BOX

চিত্র ১৩.২.১



চিত্র ১৩.২.২ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

১৩.৩ অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপের শ্রেণি বিভাগ

অর্থোগ্রাফিক প্রজেকশন বা সমরূপীয় অভিক্ষেপ দুই প্রকার। যথা

১) **প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ (First Angle Projection)**

২) **তৃতীয় কোণীয় অভিক্ষেপ (Third Angle Projection)**

❖ **পিকটোরিয়াল প্রজেকশন বা দৃষ্ট মধুর অভিক্ষেপ (Pictorial Projection)**

মাত্র একটি দৃশ্য দ্বারা বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতার অভিক্ষেপটি দেখানো হয়। এটাই **পিকটোরিয়াল প্রজেকশন Pictorial Projection বা দৃষ্ট মধুর অভিক্ষেপ** নামে পরিচিত।

❖ **পরিপ্রেক্ষিতে অভিক্ষেপ (Perspective Projection)**

নির্দিষ্ট একটি স্থান হতে কোনো বস্তুর প্রতি দৃষ্টিপাত করলে দৃষ্টিরেখাগুলো তির্যক হয়ে অবশেষে একটি বিন্দুতে মিলিত হওয়ায় যে অভিক্ষেপ সৃষ্টি করে, ঐ অভিক্ষেপটিকে পরিপ্রেক্ষিত অভিক্ষেপ (Perspective Projection) বলে। **ফার্স্ট ও থার্ড অ্যাঙ্গেলের জন্য সাধারণ ভিউগুলোর নাম নিম্নে প্রদত্ত হলো। যথা**

১) **সম্মুখ দৃশ্য (Front View or Front Elevation)**

২) **উপর দৃশ্য (Top view or Plane)**

৩) **বাম পার্শ্ব বা প্রান্তিক দৃশ্য** (Left Side View or Left End Elevation or Left End View)

৪) **ডান পার্শ্ব বা প্রান্তিক দৃশ্য** (Right Side View or Right End Elevation or Left End View)

❖ **প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ (First Angle Projection)**

বস্তুটি প্রথম কোণ দ্বারা অধিকৃত স্থান এর মধ্যে অবস্থিত এটা অনুমান করা হয় এবং বস্তু হতে অনুভূমিক ও উল্লম্বতলের উপর লম্ব রেখা অভিক্ষিপ্ত করে (অর্থাৎ প্রজেকশন রেখা টেনে) দৃশ্য নেওয়া হয়ে থাকে। এ নীতিকে প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ বা First Angle Projection বলে।

❖ **প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপের বৈশিষ্ট্য বা নিয়ম**

১) এটা বৃটিশ পদ্ধতি বা প্রথা।
২) দৃশ্যগুলো বস্তু হতে পিছনে সরে থাকে।
৩) উপর দৃশ্য বা Top View টি সম্মুখ দৃশ্য বা Front View এর নিচে অবস্থান করে।
৪) সম্মুখ দৃশ্য বা Front View টি উপর দৃশ্য বা Top View এর উপরে অবস্থান করে।
৫) ডান পার্শ্ব দৃশ্যটি (Right Side View), সম্মুখ দৃশ্য বা Front View টি এর বাম পার্শ্বে অবস্থান করে।
৬) বাম পার্শ্ব দৃশ্য বা Left Side View টি সম্মুখ দৃশ্য (Front View) এর ডান পার্শ্বে অবস্থান করে।

❖ **অর্থোগ্রাফিক অভিক্ষেপ বা প্রজেকশন অংকনের নিয়ম**

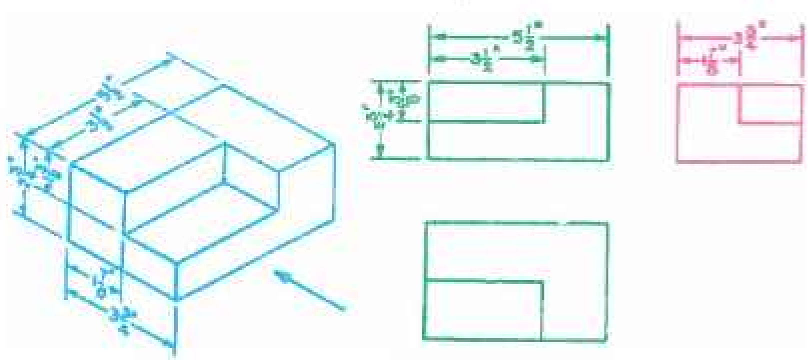
সাধারণত একটি বস্তুর তিন প্রকারের মাপ দিয়েই বিভিন্ন ভিউগুলো অংকন করা সম্ভব হয়। যথা

১। দৈর্ঘ্য (Lenght) ২। প্রস্থ (Wide) ৩। উচ্চতা (Height)

১) দৈর্ঘ্য ও উচ্চতার মাপ নিয়ে **Front View** অংকন করা হয়।
২) দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের মাপ নিয়ে **Top View** অংকন করা হয়।
৩) প্রস্থ ও উচ্চতা মাপ নিয়ে **Side View** অংকন করা হয়।

১৩.৪ প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে ঘন বস্তুর অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য অংকন

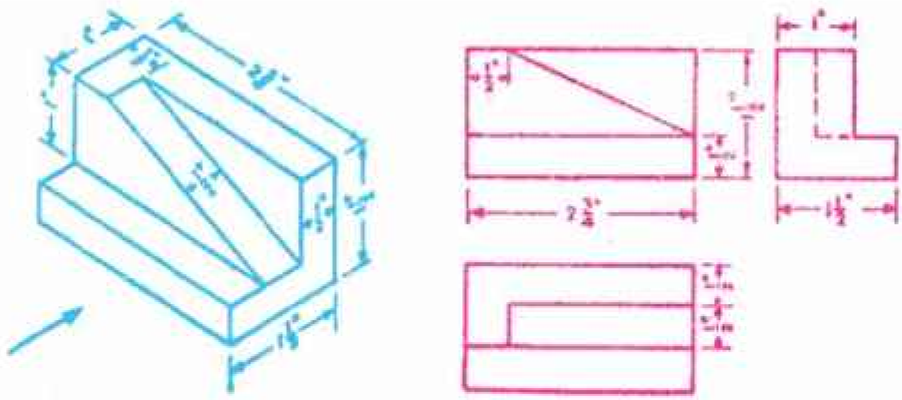
উদাহরণ ১।



চিত্র ১৩.৪.১ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

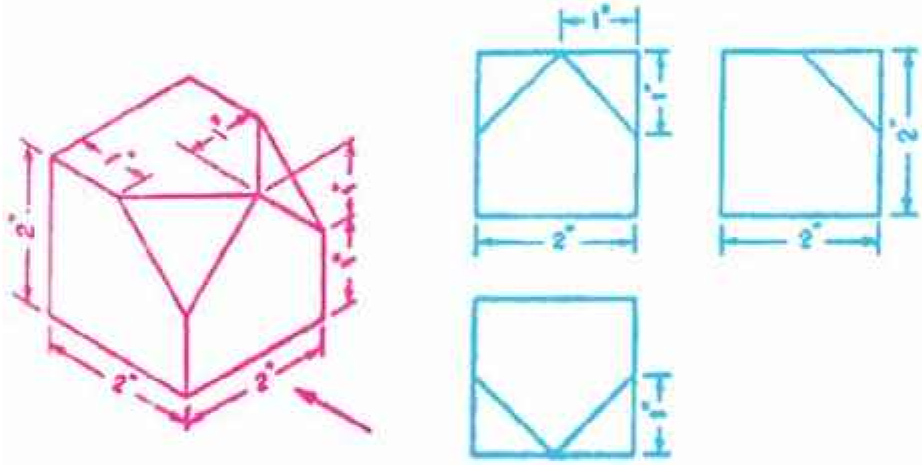
২০২৫

উদাহরণ ২।



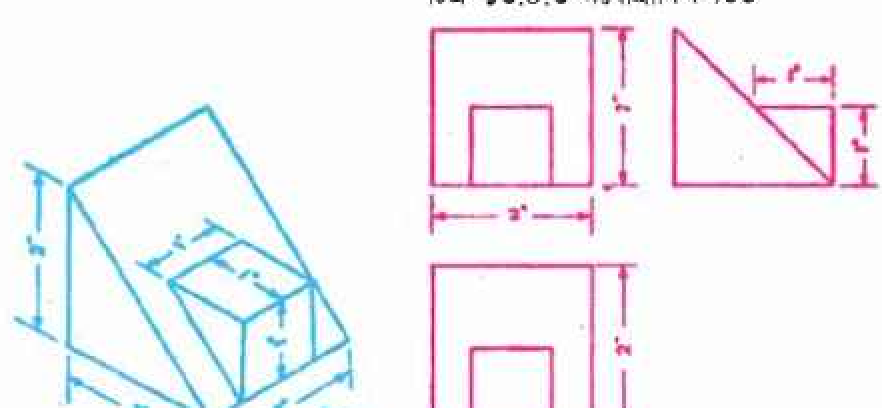
চিত্র ১৩.৪.২ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৩।



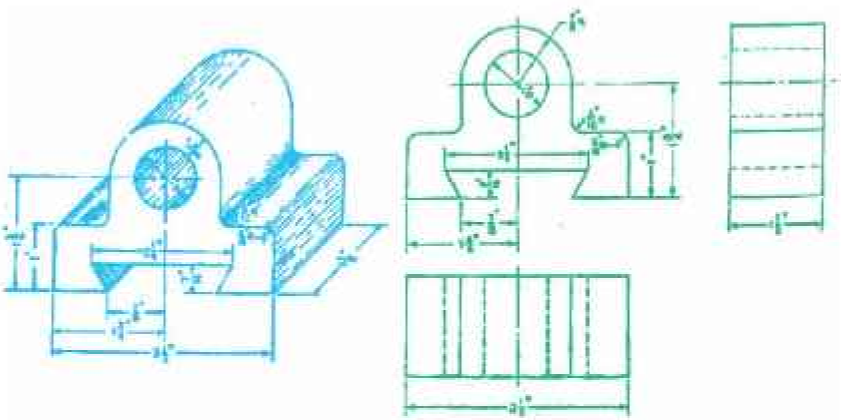
চিত্র ১৩.৪.৩ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৪।



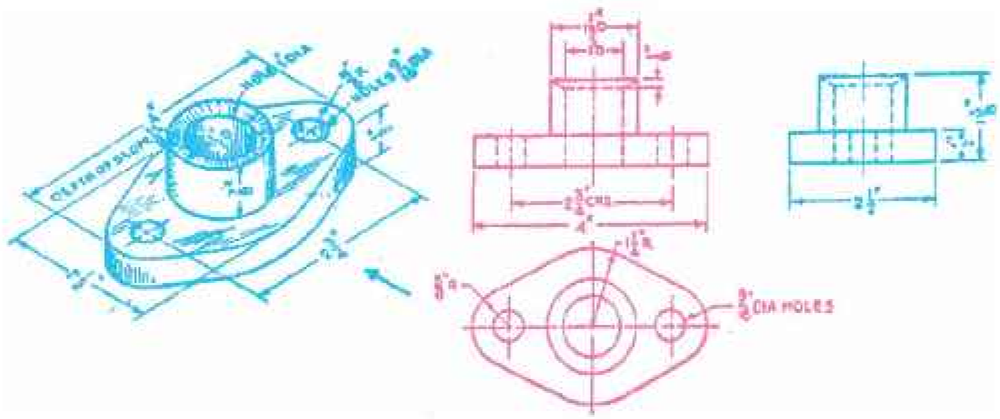
চিত্র ১৩.৪.৪ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৫।



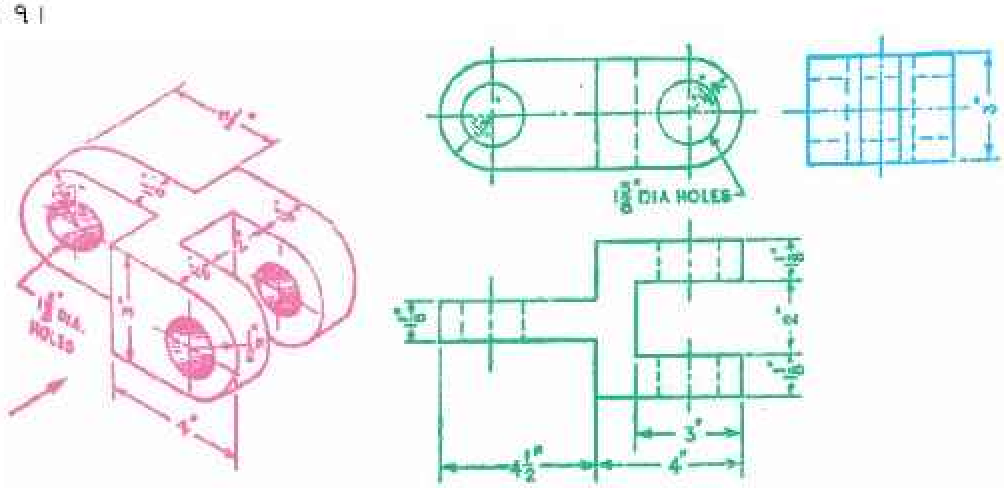
উদাহরণ ৬।

চিত্র ১৩.৪.৫ অর্থোগ্রাফিক ভিউ



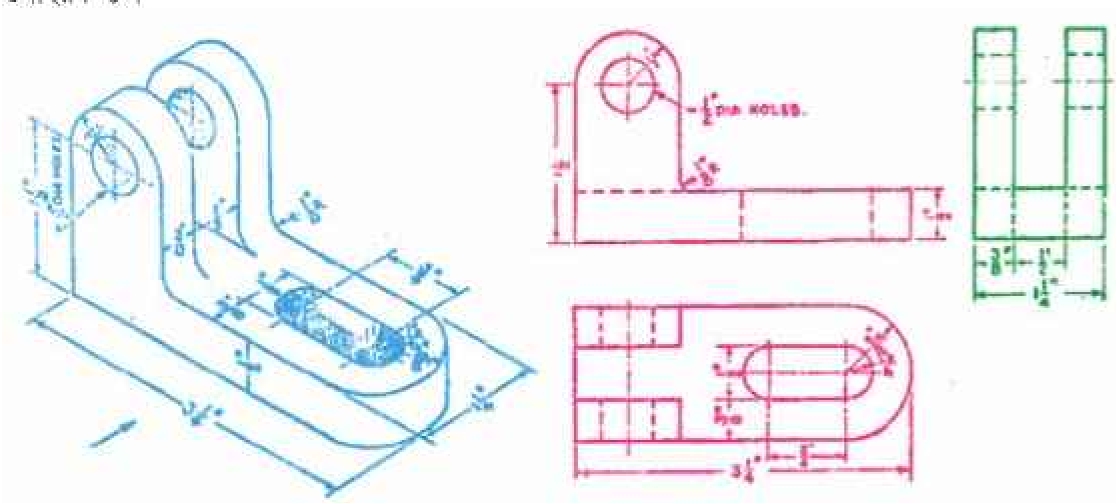
চিত্র ১৩.৪.৬ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৭।



চিত্র ১৩.৪.৭ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৮।



চিত্র ১৩.৪.৮ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

❖ **প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে জটিল বস্তুর অর্থোগ্রাফিক দৃশ্যের অংকন**

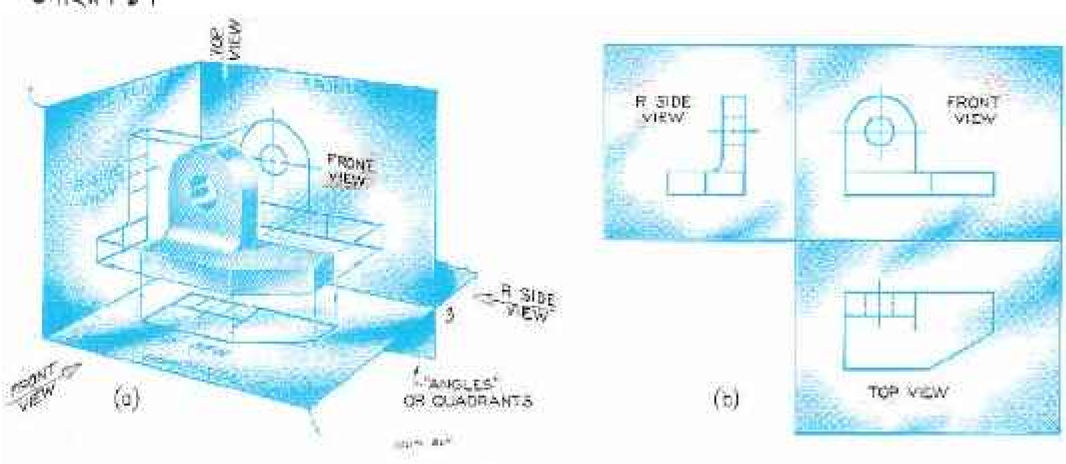
প্রত্যেক ক্ষেত্রে বস্তুটির গঠন ও মাপ আইসোমেট্রিক বা সম-মাত্রিক দৃশ্যের (Isomatric) সাহায্যে দেখান আছে। এর সম্মুখ তীর-মুখ (Arrow Head) দ্বারা সূচিত।

দ্রষ্টব্য ঃ উদাহরণ হতে অংকন অভ্যাস করার সময় শিক্ষার্থীগণ প্রদত্ত ইঞ্চির মাপকে মিলিমিটারে পরিবর্তিত করে নিবে।

❖ **নিচের চিত্রে প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে আইসোমেট্রিক দৃশ্য থেকে অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য ফ্রি হ্যান্ডে অংকন করো**

প্রথম কোণীয় অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে জটিল বস্তুর অর্থোগ্রাফিক ভিউ প্রদর্শন করা হলো

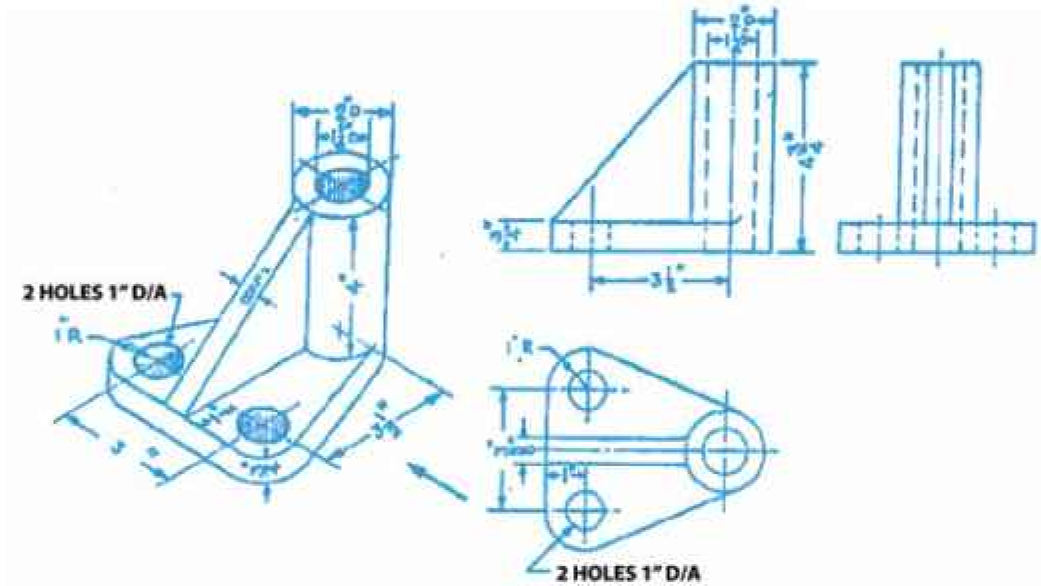
উদাহরণ ১।



First-Angle Projection.

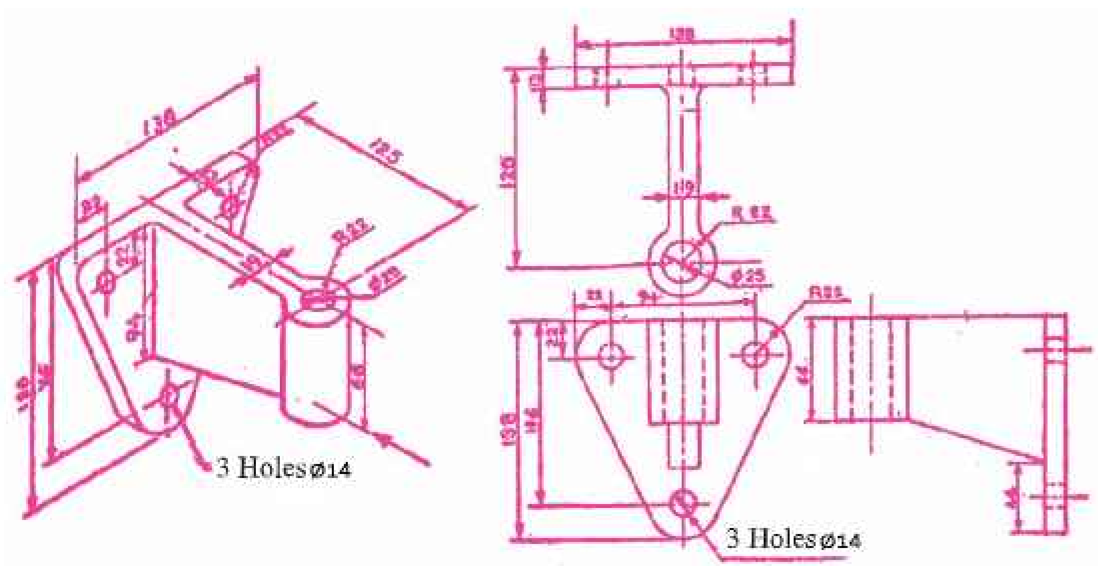
চিত্র ১৩.৪.৯ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ২। গাইড ব্রাকেট **(Guide Bracket)**



চিত্র ১৩.৪.১০ গাইড ব্রাকেটের অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৩। ওয়াল ব্রাকেট **(Wall Bracket)**



ওয়াল ব্রাকেট (Wall Bracket)

চিত্র ১৩.৪.১১ ওয়াল ব্রাকেটের অর্থোগ্রাফিক ভিউ

❖ তৃতীয় কোণীয় অভিক্ষেপ (Third Angle Projection)

বস্তুটি তৃতীয় কোণ দ্বারা অধিকৃত স্থানের মধ্যে অবস্থিত এটা অনুমান করা হয় এবং প্রজেকশন রেখা বস্তু হতে দ্রষ্টার দিকে অনুভূমিক এবং উল্লম্বতল দুইটিকে টেনে এনে দৃশ্য নেওয়া হয়ে থাকে। এই পদ্ধতিকে তৃতীয় কোণ বিষয়ক অভিক্ষেপ বা Third Angle Projection বলে।

তৃতীয় কোণ বিষয়ক অভিক্ষেপের বৈশিষ্ট্য বা নিয়ম

১) এটা আমেরিকান পদ্ধতি।

২) এ প্রথায় দৃশ্যগুলো দর্শকের দিকে অগ্রসর হয়ে আসে।

৩) সম্মুখ দৃশ্য বা Front View টি, উপর দৃশ্য বা Top View এর নিচে অবস্থান করে।

৪) উপর দৃশ্য বা Top View টি, সম্মুখ দৃশ্য বা Front View এর উপরে অবস্থান করে।

৫) ডান পার্শ্ব দৃশ্য বা Right Side View টি, ডান পার্শ্বে (Right) অবস্থান করে।

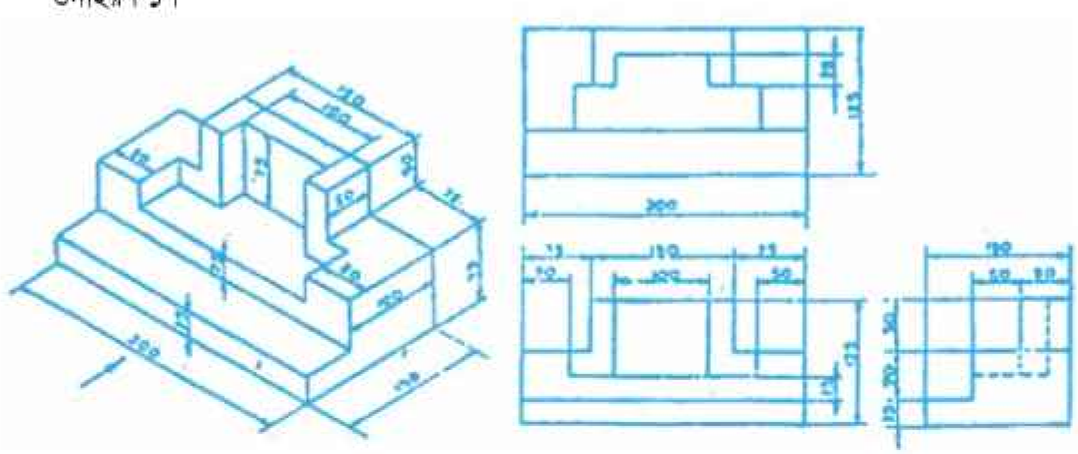
৬) বাম পার্শ্ব দৃশ্য বা Left Side View টি, বাম পার্শ্বে (Left) অবস্থান করে।

টীকা ঃ তৃতীয় কোণ বিষয়ক অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে বস্তুকে অনুভূমিকতলের (H.P.) নিচে এবং এর সমান্তরাল একটি তলে অবস্থিত এটা অনুমান করা হয়ে থাকে। এ তলটিকে ভূমিতল (Ground Plane সংক্ষেপে G.P.) বলে। এ তল এবং উল্লম্ব তল (V.P) এ দুইয়ের সংযোগ রেখাকে সাধারণভাবে ভূমিতল রেখা বলা যেতে পারে। এটাকে G-L দ্বারা সূচিত করা হয়। একটি বস্তুকে বর্ণনা করতে নিম্নলিখিতভাবে ভিউ বা দৃশ্য পছন্দ করা হয়। কোন বস্তুর যে পার্শ্ব (Side) হতে দেখলে বস্তু সম্বন্ধে মোটামুটি ভালোভাবে ধারণা করা যায়, সেই পার্শ্ব (Side) টাকে সম্মুখ দৃশ্য (Front View) ধরে অন্য View গুলোকে নির্দেশ করতে হয়।

১৩.৫ তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতিতে অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে ঘনবস্তুর অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য অংকন

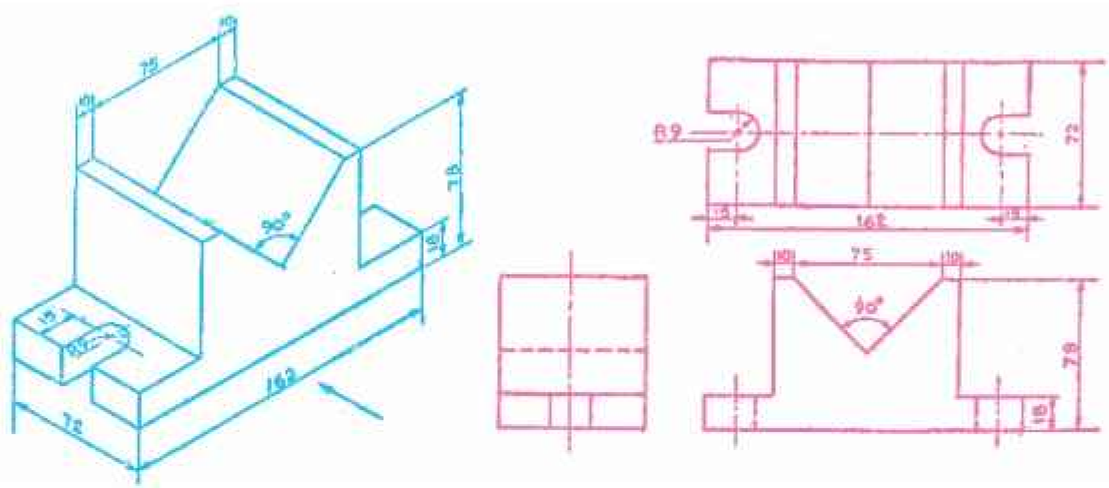
নিচে এবং পরের পৃষ্ঠায় তৃতীয় কোণীয় প্রজেকশন (Third Angle Projection) নীতিতে অংকিত কয়েকটি সরল ঘনবস্তুর প্লান, সম্মুখ এলিভেশন এবং বাম বা দক্ষিণ প্রান্তিক দৃশ্যের উদাহরণ দেওয়া হলো। প্রত্যেকটি বস্তুর মাপ মিলিমিটারে। সম্মুখ দিক তীর-মুখ (Arrow Head) দিয়ে সূচিত করা আছে।

উদাহরণ ১।



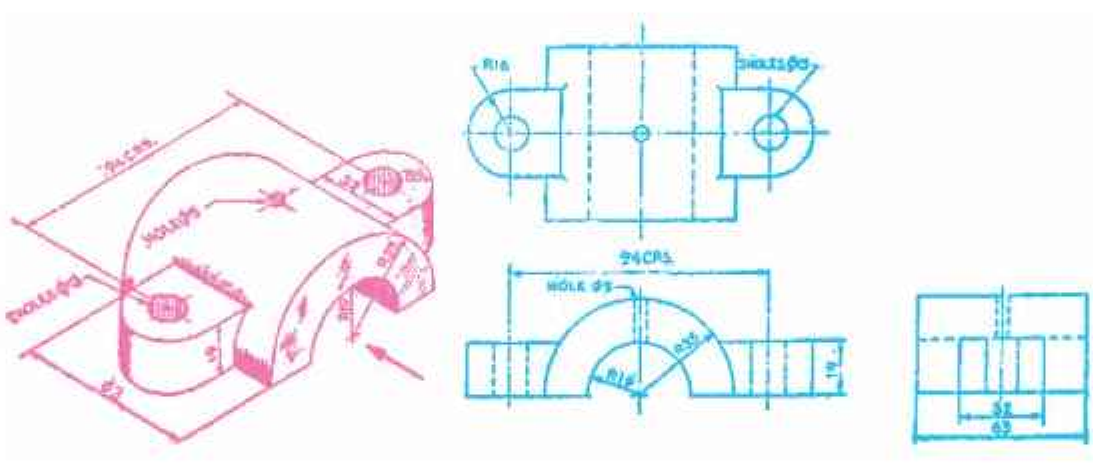
চিত্র ১৩.৫.১ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ২।



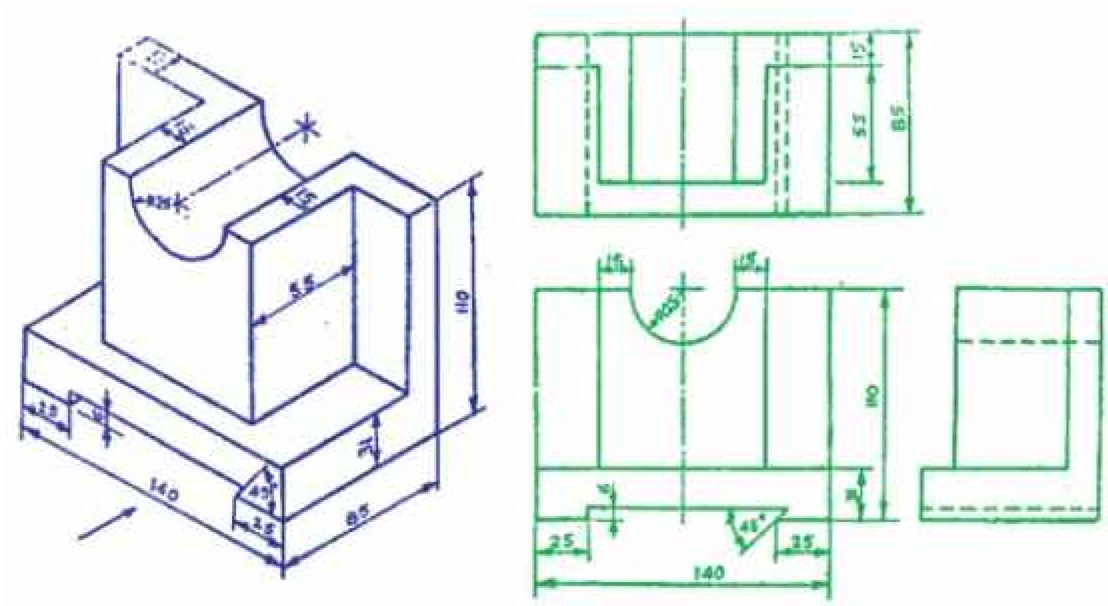
চিত্র ১৩.৫.২ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৩।



চিত্র ১৩.৫.৩ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

উদাহরণ ৪।



চিত্র ১৩.৫.৪ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

অনুশীলনী – ১৩ : অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য অংকন

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য কী ? অর্থোগ্রাফিক দৃশ্যে কয়টি তল অনুমান করা হয় ? এগুলো কী কী ?

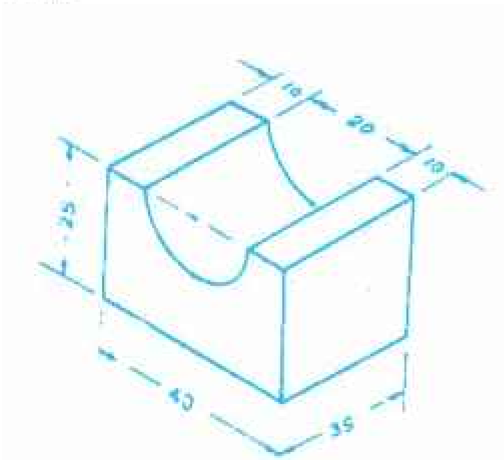
২। একটি মেশিনারি পার্টসের আইসোমেট্রিক দৃশ্য থেকে অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য অংকন করো।

৩। প্রথম ও তৃতীয় কোণীয় অর্থোগ্রাফিক দৃশ্যের ব্যবহারিক ক্ষেত্রের আলোচনা করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

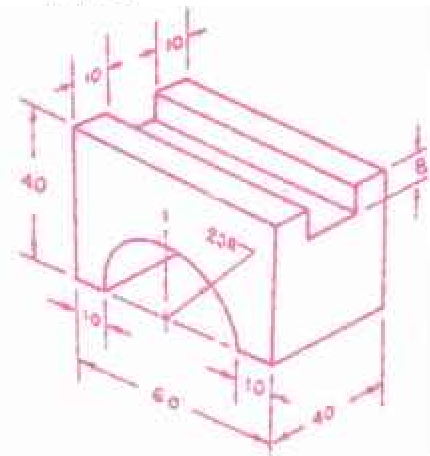
১। নিচে প্রদত্ত পিকটোরিয়াল দৃশ্য থেকে তৃতীয় কোণীয় পদ্ধতিতে অর্থোগ্রাফিক (Orthographic) দৃশ্যের সম্মুখ দৃশ্য (Front View), উপর দৃশ্য (Top View) এবং প্রযোজ্য পার্শ্ব দৃশ্য (Side View) অংকন করো।

সমস্যা-১



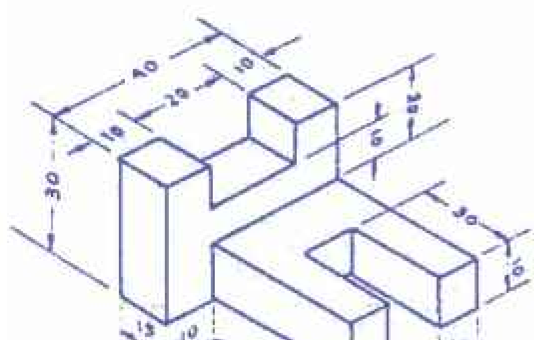
চিত্র ১৩.৫.৫ পিকটোরিয়াল দৃশ্য

সমস্যা-২



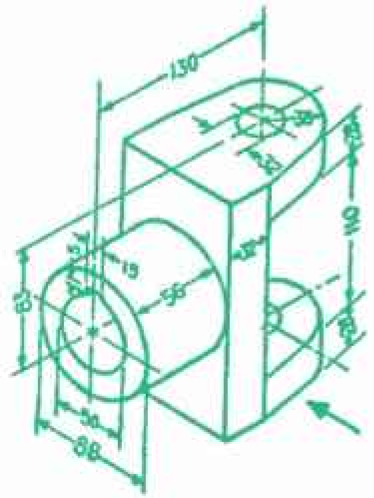
চিত্র ১৩.৫.৬ পিকটোরিয়াল দৃশ্য

সমস্যা-৩



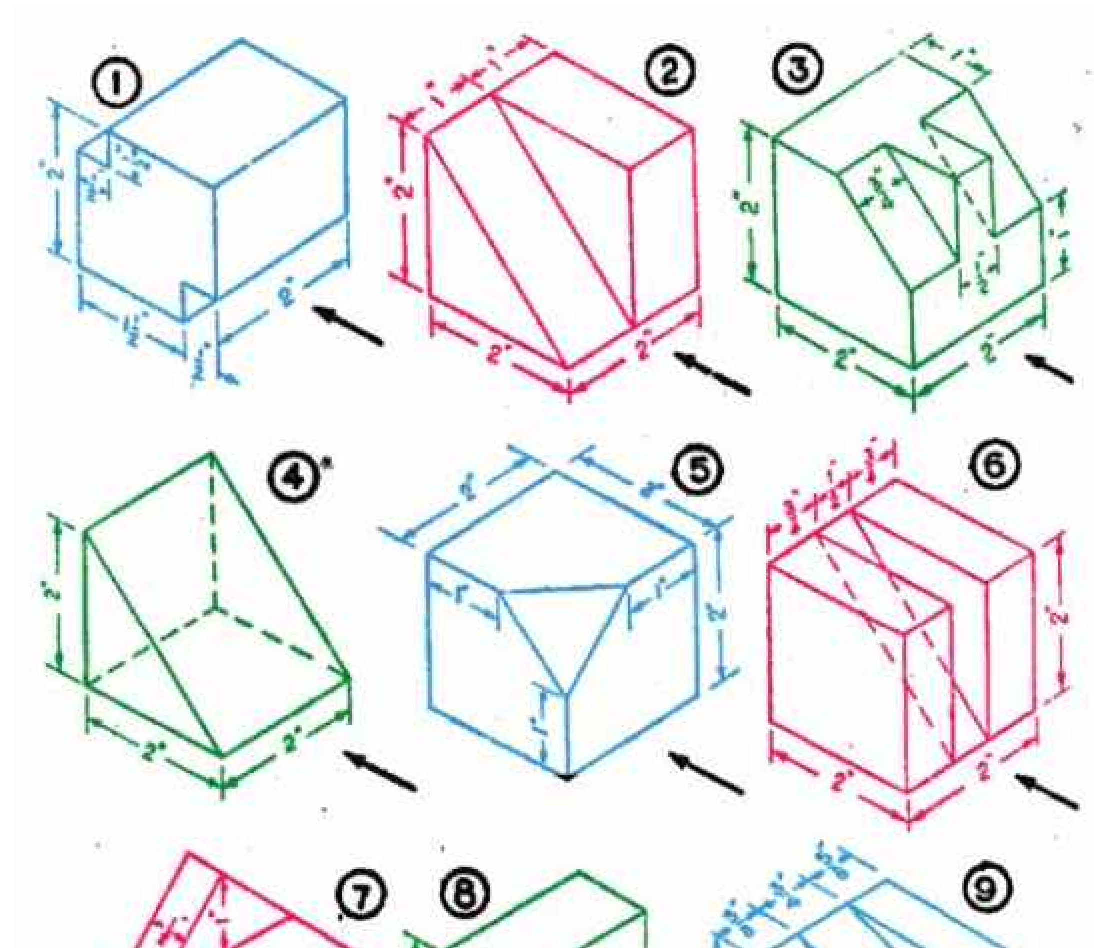
চিত্র ১৩.৫.৭ পিকটোরিয়াল দৃশ্য

সমস্যা-৪



চিত্র ১৩.৫.৮ পিকটোরিয়াল দৃশ্য

২। নিম্নের চিত্র তৃতীয় কোণীয় অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে আইসোমেট্রিক দৃশ্য থেকে অর্থোগ্রাফিক ভিউ অংকন করো। (সমস্যা নং ১-৯)



চিত্র ১৩.৫.৯ আসোমেট্রিক ভিউ

১৪. সেকশন বা ছেদিত দৃশ্য অংকন
Sectional View Drawing

১৪.১ সেকশন বা ছেদিত দৃশ্য

ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এমন অনেক জটিল গঠনের বস্তু পাওয়া যায়, যাদের ভিতর এর গঠনকে সাধারণ প্লান, সম্মুখ এলিভেশন এবং প্রান্তিক দৃশ্য দিয়ে স্পষ্টভাবে বোঝান সম্ভব নয়। এ সকল স্থানে বস্তুটিকে অনুমানে অনুভূমিকতল বা উল্লম্ব তল বা উভয় তলে ছেদন বা সেকশন (Section) করে ভিতরের গঠন বোঝানো হয়ে থাকে। এ প্রকার ছেদিত অবস্থার দৃশ্যকে ছেদ-দৃশ্য বা (Sectional View) বলে। বস্তুটি প্রতিসম (Symmetrical) হলে, এর কেন্দ্র-রেখা বা অক্ষের মধ্য দিয়েই ছেদন করা সাধারণ নিয়ম। যে তল দিয়ে এ ছেদন করা হয়, তাকে ছেদ-তল (Sectional Cutting Plan) এবং যে রেখা দিয়ে এই ছেদ-তলকে সূচিত করা হয়ে থাকে, তাকে কাটিং প্লেন লাইন (Cutting Plan Line) বলে।

১৪.২ সেকশন বা ছেদিত দৃশ্যের প্রকার ভেদ

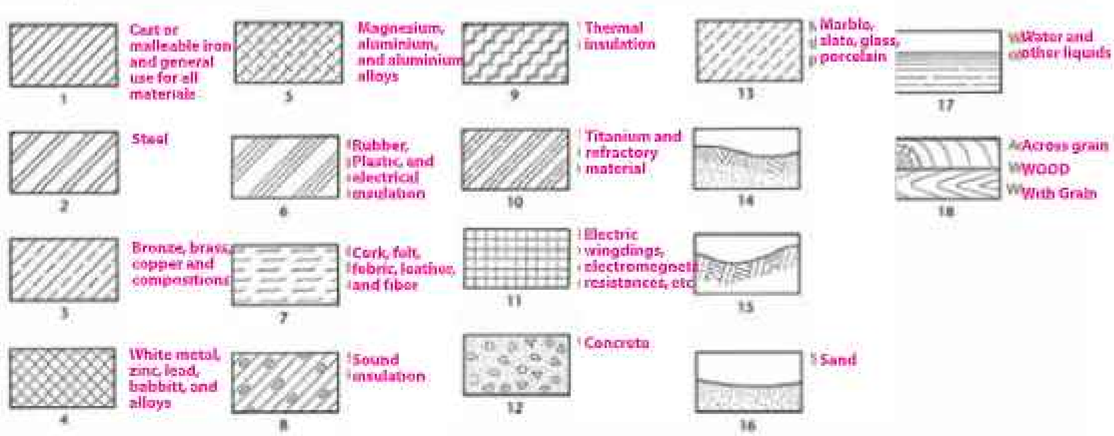
সেকশন বা ছেদিত দৃশ্য নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে। যথা

১) পূর্ণচ্ছেদ (Full Section)
২) অর্ধচ্ছেদ (Half Section)
৩) আংশিক ছেদ (Partial Section)
৪) কম্বাইন্ড ছেদ (Combined Section)
৫) রিভলভড ছেদ (Revolved Section)
৬) রিমুভড ছেদ (Removed Section)
৭) ব্রোকেন সেকশন (Broken Section)

১৪.৩ ছেদিত দৃশ্যের প্রতীক সমূহ

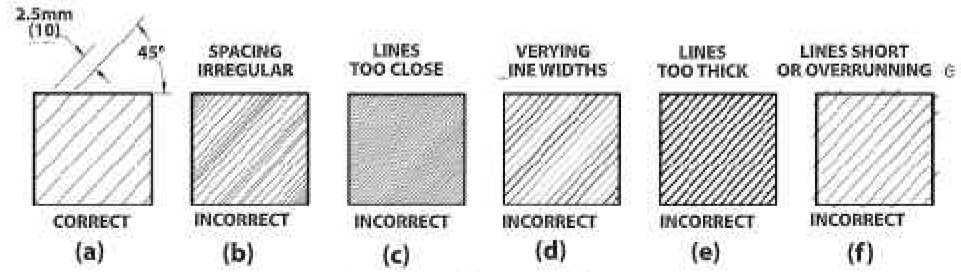
ছেদিত দৃশ্যের প্রতীক সমূহ অংকনের নিয়ম

১) সেকশন বা ছেদন করার সময় ছেদ-তল যে যে স্থানে ধাতুর সংস্পর্শে আসে যেসব স্থানগুলোতে 45°-তে নত (ডান বা বাম দিকে) রেখা দিয়ে দেখানো নিয়ম। এ রেখাগুলোকে ছেদ-রেখা (Sectional Lines) বলে। এদের পরস্পর ব্যবধান সম্পর্কে বাঁধাধরা কোনো নিয়ম নেই। তবে বেশি নিকটে বা বেশি দূরে এ সকলরেখা অংকন করলে ড্রইং-এর সৌন্দর্য নষ্ট হয় বলে, সাধারণত এ দূরত্ব 1.5 মি.মি. থেকে 3 মি.মি.-এর মধ্যে রাখা নিয়ম। প্রকৃত মাপে রেখা না টেনে অনুমানেই এ দূরত্ব বজায় রাখা হয়ে থাকে।



Symbols for Section Lining

চিত্র ১৪.৩.১ বিভিন্ন মেটালের ছেদিত দৃশ্যের প্রতীক সমূহ



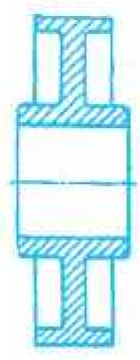
Section- Lining Technique
Sectional Views

চিত্র ১৪.৩.২ বিভিন্ন মেটালের ছেদিত দৃশ্যের প্রতীক সমূহ অংকনের সঠিক ও বেঠিক পদ্ধতি

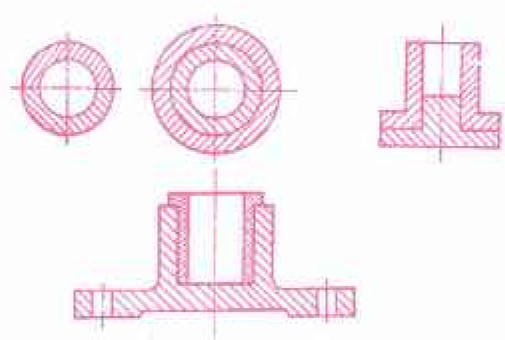
২) ছেদন করা সম্পর্কে বিভিন্ন ধাতুর জন্য বিভিন্নপ্রকার রেখা নির্দিষ্ট করা আছে (চিত্র ১৪.৩.১)। ছেদ-রেখা এ অনুযায়ী টানাই সাধারণ নিয়ম। এতে সুবিধা এই যে, ছেদিত অংশ কোনো ধাতু দিয়ে তৈরি ড্রইং-এ তা বিশেষ ভাবে লেখা না থাকলেও রেখার ধরন থেকে তা অনায়াসে বুঝতে পারা যায়। কিন্তু যেখানে ধাতু কি প্রকার তা দেখান গৌণ থাকে অথবা ধাতুর জন্য নির্দিষ্ট রেখা টানার অসুবিধা থাকে, ঐখানে কাস্ট আয়রনের জন্য নির্দিষ্ট রেখা টেনে পাশে ধাতুর নাম লিখে দেওয়া হয়।

৩) ছেদ-রেখা, ছেদ-ক্ষেত্রের অক্ষের (Axis) সাথে অথবা এর প্রধান সীমারেখার সাথে 45° কোণে টানা নিয়ম।

৪) ছিদ্র-বিশিষ্ট বস্তুকে ছেদ করার সময় ছেদ-তল ছিদ্রের উভয় দিকে এ ধাতুর সংস্পর্শে আসে বলে দৃশ্যে একে একই শ্রেণির এবং একই দিকে নত রেখা দিয়ে দেখাতে হয় (চিত্র ১৪.৩.৩)।



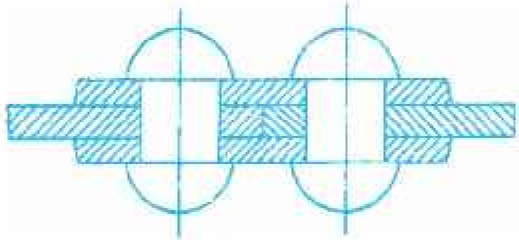
চিত্র ১৪.৩.৩ যন্ত্রাংশের পূর্ণ সেকশন করার পদ্ধতি



চিত্র ১৪.৩.৪ যন্ত্রাংশের পূর্ণ সেকশন করার পদ্ধতি

৫) দুইটি বিভিন্ন বস্তুকে অথবা একটি বস্তুর দুইটি অংশকে যুক্ত করা অবস্থায় ছেদন করা হলে, ছেদিত দৃশ্যে দুইটি বস্তুকে অথবা বস্তুর দুইটি অংশকে বিপরীত দিকে নত রেখা টেনে দেখাতে হয়। ধাতু বিভিন্ন হলেও এ প্রকার করা প্রয়োজন। ছেদ-রেখাগুলো জোড় স্থানে পরস্পরকে স্পর্শ করা উচিত (চিত্র ১৪.৩.৪)।

৬) তিন বা ততোধিক অংশ যুক্ত থাকলে, এ অবস্থার ছেদিত দৃশ্য অংকনের বেলায় প্রত্যেকটি 45°-তে নত রেখা এবং রেখাগুলোর পরস্পর দূরত্বকে একটি অংশে বেশি, অন্য অংশে কম রেখে টানা সাধারণ নিয়ম (চিত্র ১৪.৩.৫)। একটি অংশ 45°-তে নত রেখা টেনে অন্য অংশ দুইটিতে 30° বা 60°-তে নত রেখা টেনে দেখানোর পদ্ধতিও চালু আছে।

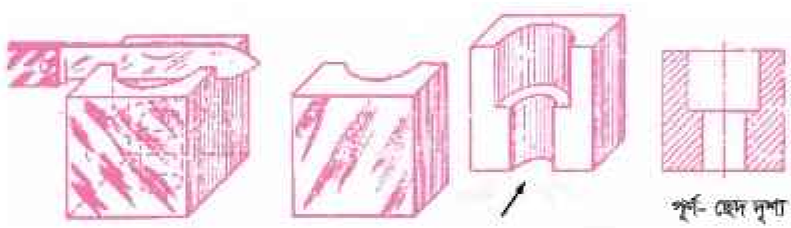


চিত্র ১৪.৩.৫ রিভেট সংযুক্ত যন্ত্রাংশের ফুল সেকশন করার পদ্ধতি

১৪.৪ ঘনবস্তুর পূর্ণ ও অর্ধচ্ছেদ দৃশ্য অংকন

ঘনবস্তুর পূর্ণচ্ছেদ (Full Section) দৃশ্য অংকন

সেকশন পূর্ণ, অর্ধ এবং আংশিক হতে পারে। সাধারণভাবে 'পূর্ণচ্ছেদ' শব্দ দিয়ে বস্তুটির অর্ধেক কেটে ফেলা এবং পূর্ণচ্ছেদ দৃশ্য কথা দিয়ে সমগ্র বস্তুটিকে সমান দুই খণ্ডে কাটার পর সম্মুখের অর্ধাংশকে সরিয়ে ফেলে পশ্চাতে অবস্থিত অর্ধাংশের দৃশ্যকে বুঝায়। (চিত্র ১৪.৪.১)

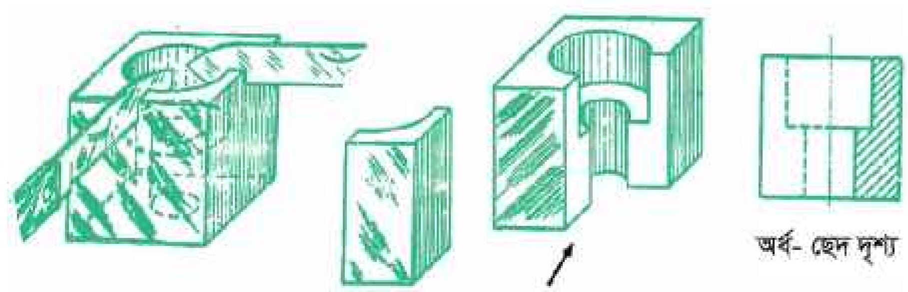


চিত্র ১৪.৪.১ পূর্ণচ্ছেদ বা ফুল সেকশন করার পদ্ধতি

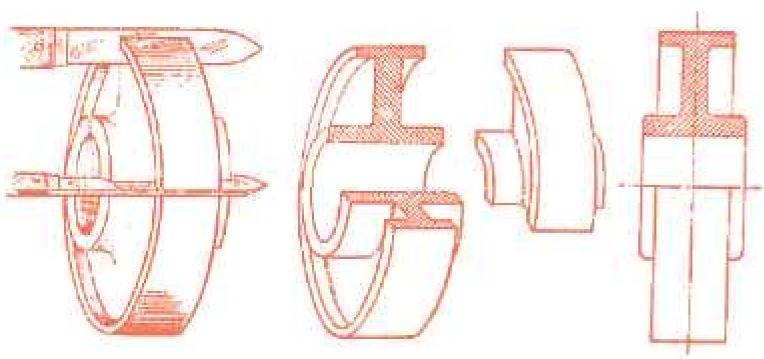
⊙ ঘনবস্তুর অর্ধচ্ছেদ (Half Section) দৃশ্য অংকন

অনুরূপভাবে, 'অর্ধচ্ছেদ' শব্দ দিয়ে বস্তুটির এক-চতুর্থাংশ কেটে ফেলা এবং অর্ধচ্ছেদ-দৃশ্য' কথা দিয়ে সমগ্র বস্তুটির এক-চতুর্থাংশকে কেটে ফেলে সম্মুখের এক-চতুর্থাংশ সরিয়ে ফেলার পর পশ্চাতে অবশিষ্ট তিন-চতুর্থাংশের দৃশ্যকে বোঝায়। অধিকাংশ স্থানে পূর্ণ বা অর্ধচ্ছেদ দৃশ্যই অংকন করা হয়ে থাকে। সহজে বোঝার সুবিধার জন্য নিচে উল্লম্ব ছেদ-তলকে একটি ছুরি দিয়ে কেটে এটি বোঝান হলো। চিত্র ১৪.৪.১ পূর্ণচ্ছেদন এবং চিত্র ১৪.৪.২ অর্ধচ্ছেদন দেখানো হলো। অর্ধচ্ছেদন করার সময় উভয় ছেদ-তল যে সব সময় অনুভূমিক বা উল্লম্ব হতে হবে এ রকম কোনো বাধ্যতা নেই। একটি অনুভূমিক, অপরটি উল্লম্বও হতে পারে (চিত্র ১৪.৪.৩)।

২০২৫



চিত্র ১৪.৪.২ অর্ধচ্ছেদ বা হাফ সেকশন করার পদ্ধতি



চিত্র ১৪.৪.৩ অর্ধছেদ বা হাফ সেকশন করার পদ্ধতি

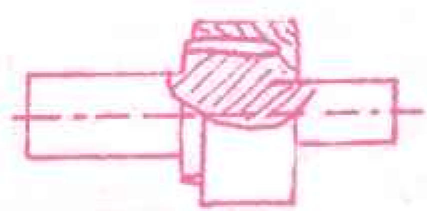
যে বস্তুটির গঠন প্রতিসম অর্থাৎ যার গঠন কেন্দ্র-রেখার উভয় পাশে একই রকম, তাকে পূর্ণভাবে ছেদন না করিয়ে অর্ধচ্ছেদন করে দৃশ্য নেওয়াই সাধারণ নিয়ম। কারণ, এতে একাধারে বাইরে এবং ভিতরের গঠন উভয়ই দেখানোর সুযোগ হয়। বস্তুকে সরল (Straight) ছেদ-তল দিয়ে সমভাবে ছেদন না করে বিষমভাবে (Irregularly) এর কিছু অংশকে ভেঙ্গে বা সেকশন বা ছেদন করে দৃশ্যও কোনো কোনো স্থানে অংকন করা হয়ে থাকে (চিত্র ১৪.৪.৪)।



চিত্র ১৪.৪.৪ আংশিক সেকশন

⊙ আংশিক ছেদ (Partial Section)

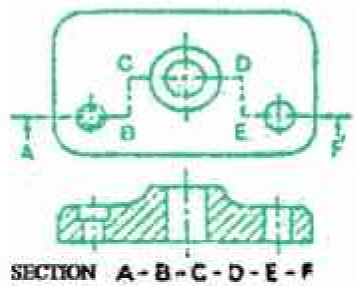
কোন বস্তু হতে শুধু প্রয়োজনীয় স্থান অথবা আংশিকভাবে কর্তন করে ভিতরের গঠন প্রকাশ করা হয়, তাকে আংশিক ছেদ (Partial Section) বলে (চিত্র ১৪.৪.৫)।



চিত্র ১৪.৪.৫ আংশিক সেকশন

⊙ কম্বাইন্ড ছেদ (Combined Section)

কোন বস্তুর অভিক্ষেপ দৃশ্যের সমান্তরাল একাধিক তলটি সিঁড়ির অবস্থায় ছেদ করে প্রকাশ করা হয়, তাকে কম্বাইন্ড ছেদ (Combined section) বলে (চিত্র ১৪.৪.৬)।

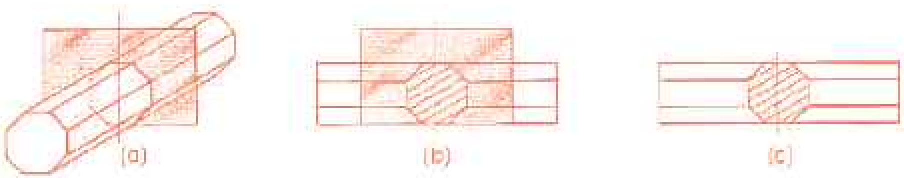


চিত্র ১৪.৪.৬ কম্বাইনড সেকশন

⊙ রিভলভড, রিমুভড ও ব্রোকেন সেকশন (Revolved , Removed & Broken Section)

১) রিভলভড সেকশন (Revolved Section)

কোন বস্তুর প্রস্থচ্ছেদকে দীর্ঘ করা, যেমন বার (Bars),আর্ম (Arms), স্পোক (Spocs), রিব (Ribs), এদের লম্বালম্বি দৃশ্য অংকন করলে বা করে দেখালে তাকে রিভলভড সেকশন (Revolved Section) বলে (চিত্র ১৪.৫.৭)।

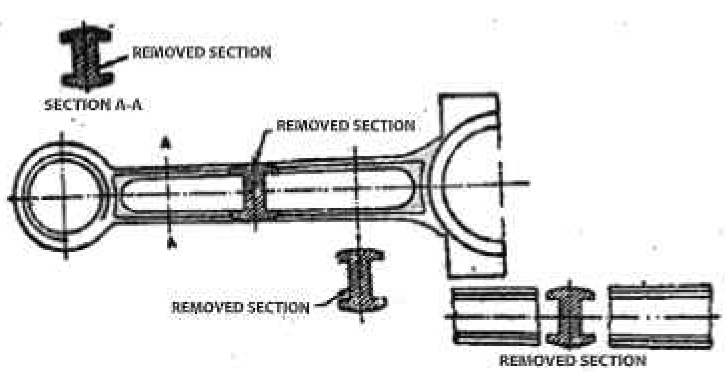


Use of the Cutting Plane in Revolved Sections.

চিত্র ১৪.৪.৭ রিভলভড সেকশন

২) রিমুভড সেকশন (Removed Section)

রিভলভড সেকশন (Revolved Section)-এর মতো করে অংকন করে Cross Section টি অন্যত্র সরিয়ে অংকন করে দেখানোকে রিমুভড সেকশন (Removed Section) বলে। অর্থাৎ Revolved সেকশনে Cross Section কে বস্তুটির ভিতরে দেখানো হয় এবং Removed Section-Cross Section কে সরিয়ে অন্যত্র অংকন করে দেখানো হয় (চিত্র ১৪.৪.৮)।



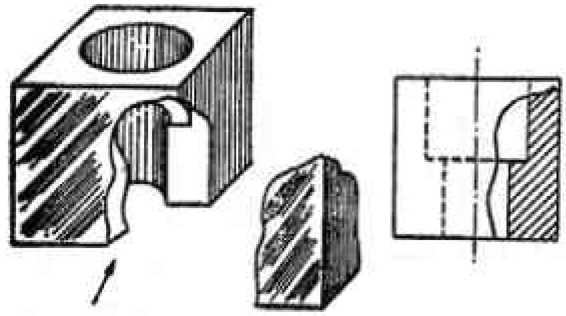
Revolved and Removed Section

চিত্র ১৪.৪.৮ রিমুভ্ড সেকশন

২০২৫

৩) ব্রোকেন সেকশন (Broken Section)

বস্তুকে সরল ছেদ-তল দিয়ে সমভাবে ছেদন না করে বিষমভাবে (Irregularly) এর কিছু অংশকে ভেঙ্গে বা ছেদন করার দৃশ্যও কোন কোন স্থানে অংকন করে দেখানো হয় (চিত্র ১৪.৪.৯)।



চিত্র ১৪.৪.৯ ব্রোকেন সেকশন

⊙ বস্তুর প্রস্থচ্ছেদ (Section) অংকনে সেকশন লাইন ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা

এটা 45° কোণ করে সমান্তরাল রেখার মাধ্যমে অংকন করা হয়। বস্তুর ছেদ করা অবস্থা বোঝাতে এ প্রকার রেখা টানা হয়ে থাকে। এ রেখা অংকন না করলে বস্তুর জটিল ও অভ্যন্তর ফাঁপা বিশিষ্ট যন্ত্রাংশ পুরোপুরি বর্ণনা করা কোনক্রমেই সম্ভব নয়। তাই এর সেকশন লাইন ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা অধিক গুরুত্ব বহন করে।

অনুশীলনী - ১৪: সেকশন বা ছেদিত দৃশ্য অংকন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। সেকশনাল ভিউ বা ছেদ-দৃশ্য বলতে কী বোঝায় ?
২। ছেদ-তল ও কাটিং প্লেন লাইন বলতে কী বোঝায় ?
৩। ছেদ-রেখা বলতে কী বোঝায় ?
৪। ছেদ-রেখা কত ডিগ্রি কোণে নত করে দেওয়া উচিত ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

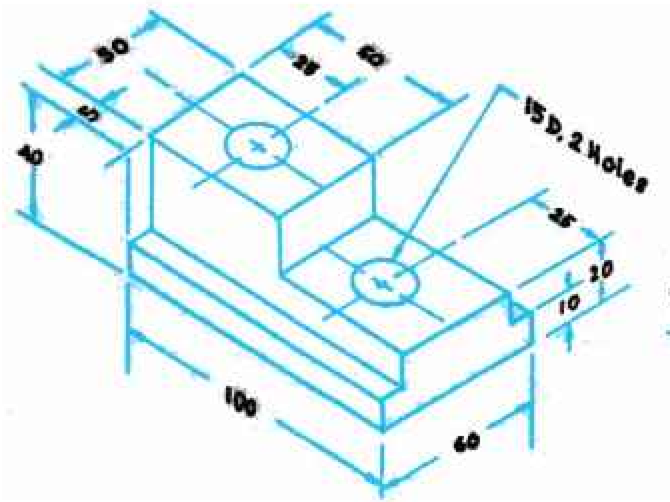
১। ছেদিত দৃশ্যের বিভাগ উল্লেখ করো।
২। চিত্রসহ একটি ঘনবস্তুর পূর্ণচ্ছেদ বা ফুল সেকশন, অর্ধচ্ছেদ বা হাফ সেকশন ও আংশিক সেকশনের ব্যাখ্যা দাও।
৩। ছেদিত দৃশ্য অংকনের নিয়মগুলো চিত্রসহ লেখ।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। একটি মেকানিক্যাল পার্টসের পূর্ণচ্ছেদ অংকন করে দেখাও।
২। ছেদিত দৃশ্য সাধারণত কোন কোন ক্ষেত্রে প্রয়োজন হয় ?
৩। নিচের যন্ত্রাংশসমূহের উপরি দৃশ্য এবং পূর্ণচ্ছেদিত সম্মুখ দৃশ্য অংকন করো।

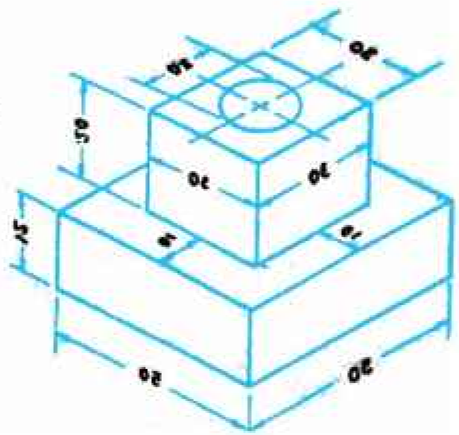
২০২৫

উদাহরণ-১



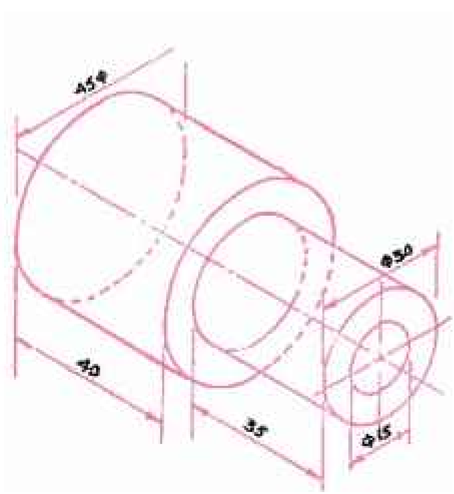
চিত্র ১৪.৪.১০

উদাহরণ-২



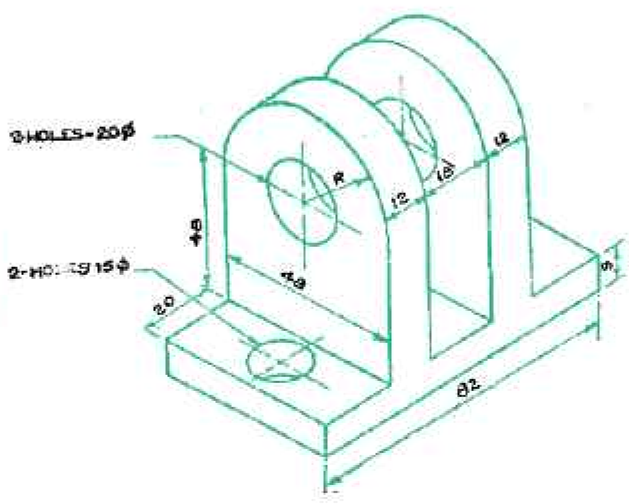
চিত্র ১৪.৪.১১

উদাহরণ-৩



চিত্র ১৪.৪.১২

উদাহরণ-৪



চিত্র ১৪.৪.১৩

১৫. নক্‌শা বা স্কেচিং
Sketching

১৫.০ নক্‌শা বা স্কেচিং (Sketching)

কোন বস্তু বা বস্তুসমূহ তৈরীর জন্য প্রয়োজনীয় তথ্যাবলি মুক্তহস্তে অংকনের সাহায্যে বিবৃত করাকেই নকশা (Sketching) বলে।

বা কোন প্রকার যন্ত্রের সাহায্য না নিয়ে, কেবল মুক্তহস্তে 'পেনসিল ও 'ইরেজার'-এর সাহায্যে যে ড্রইং করা হয়, ঐ ড্রইংকে 'স্কেচিং' বলে।

১৫.১ স্কেচিং এ ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিসমূহ

সাধারণত স্কেচিং করতে শুধু পেনসিল, ইরেজার ও কাগজ ব্যবহৃত হয়। স্কেচিং সাধারণত ড্রাফটিং বোর্ডের উপর করা হয়, তবে ক্লিপ-বোর্ডও ব্যবহার করা যায়। বর্গাংকিত কাগজ (Graph Paper) এ অংকন করলে, বর্গের সংখ্যা দিয়ে বস্তুর পরিমাপের অনুপাত রক্ষা করে মুক্ত হস্তে অংকন করার জন্য সুবিধা হয়।

✪ **স্কেচিং করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহৃত হয় এটা নিম্নে প্রদত্ত হলো । যথা :**

১) পেনসিল ২) ইরেজার বা রাবার ৩) কাগজ ৪) ড্রাফটিং বোর্ড ৫) ক্লিপ-বোর্ড ৬) গ্রাফ পেপার

✪ **স্কেচিং দক্ষতার প্রয়োজনীয়তা**

যন্ত্রের মূল ধারণাকে অধিকাংশ স্থানে স্কেচিং দিয়ে প্রকাশ করা হয়। প্রাথমিক যন্ত্রশিল্পের অবস্থান অন্যান্য দেশের যন্ত্রগুলো থেকে ডিজাইন অনুকরণ করে উৎপাদন করার প্রবণতা বেশি দেখা যায়, তবে বিভিন্ন যন্ত্রের আকৃতি ও পরিমাপগুলো লিপিবদ্ধ রাখার জন্য 'স্কেচিং' করা হয়। স্কেচিং এর প্রধান ব্যবহার এই যে, বিভিন্ন ধারণা সম্পাদন করা ও লিপিবদ্ধ রাখা।

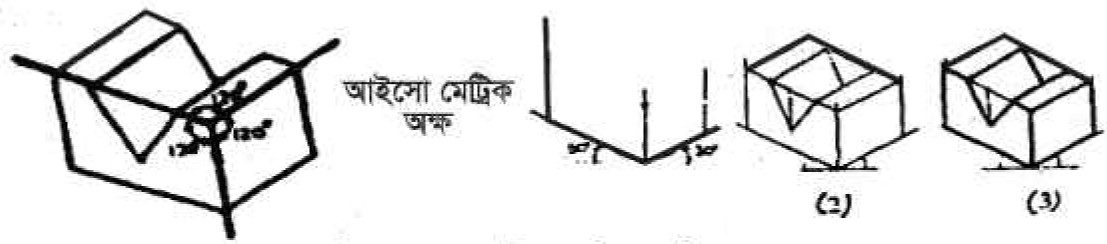
১৫.২ স্কেচিং এর শ্রেণি বিভাগ

স্কেচিং পাঁচ প্রকার। যথা

১। আইসোমেট্রিক স্কেচিং (Isometric Sketching)
২। অবলিক স্কেচিং (Oblique Sketching)
৩। পিক্টোরিয়াল স্কেচিং (Pictorial Sketching)
৪। অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং (Orthographic Sketching) বা Multi View Sketching
৫। পার্সপেকটিভ স্কেচিং (Perspective Sketching)

১৫.৩ ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক স্কেচিং

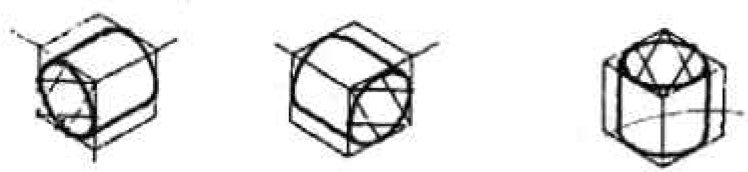
প্রকৃত বস্তু থেকে আইসোমেট্রিক স্কেচিং করার জন্য চিত্র ১৫.৩.১ এর মত বস্তুকে স্থাপন করে পরস্পর 120° কোণে অবস্থিত আইসোমেট্রিক অক্ষ টেনে তার সাহায্যে অংকন করা হয়। অথবা চিত্র ১৫.৩.২-এর ন্যায়, ভূমি রেখা থেকে 30° কোণে ২টি অক্ষ, 90° কোণে একটি অক্ষ টেনে তার সাহায্যে অংকন করা যায়।



চিত্র ১৫.৩.১ আইসোমেট্রিক স্কেচিং

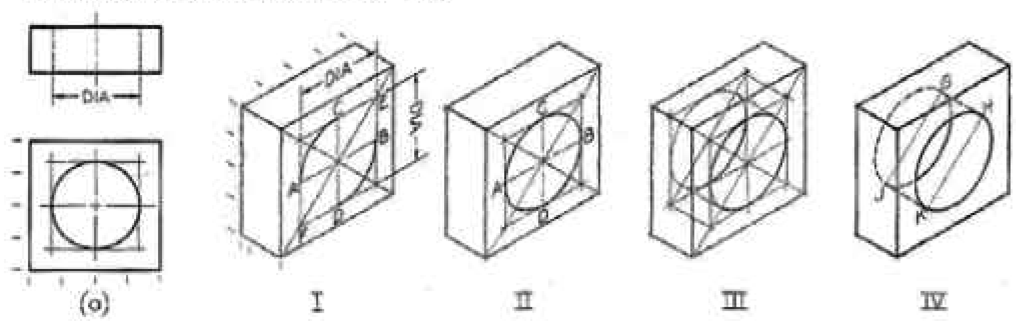
১৫.৩.১ আইসোমেট্রিক উপবৃত্ত স্কেচিং করার পদ্ধতি

আইসোমেট্রিক স্কেচিং করতে একটি সমস্যা এই যে, হেলানো বৃত্তাকার তলের জন্য উপবৃত্ত (Ellipse) আঁকতে হয়। যদি বৃত্তটি বস্তুর প্রধান তলের সাথে সমান্তরালে অবস্থিত হয়ে থাকে, তবে নিচে অংকিত এ প্রকারে আইসোমেট্রিক উপবৃত্ত এর পদ্ধতিতে অংকন করা যায় (চিত্র ১৫.৩.১)।



চিত্র ১৫.৩.১ আইসোমেট্রিক উপবৃত্ত স্কেচিং করার পদ্ধতি

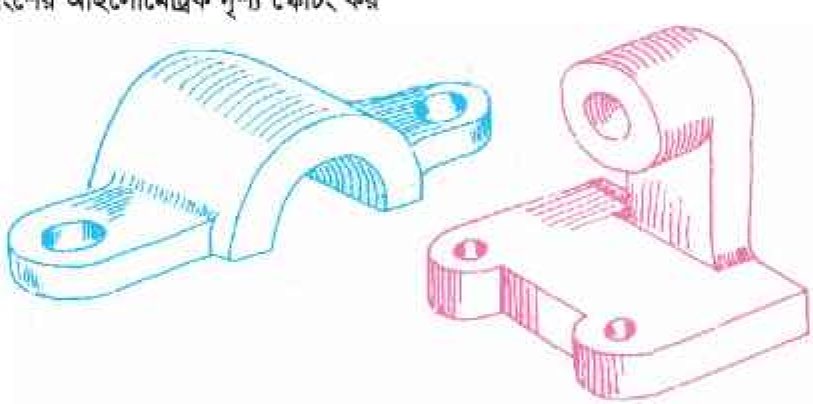
✪ আইসোমেট্রিক ইলিপস অংকন করার পদ্ধতি



Isometric Ellipses.

চিত্র ১৫.৩.২ আইসোমেট্রিক ইলিপস অংকন পদ্ধতি

✪ যন্ত্রাংশের আইসোমেট্রিক দৃশ্য স্কেচিং কর

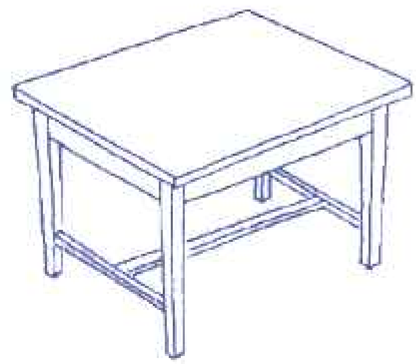


চিত্র ১৫.৩.৩ ও চিত্র ১৫.৩.৪ আইসোমেট্রিক দৃশ্যে যন্ত্রাংশের স্কেচিং পদ্ধতি

✪ স্টিলের ভাঁজ করা চেয়ার ও কাঠের টেবিল আইসোমেট্রিক দৃশ্য স্কেচিং কর

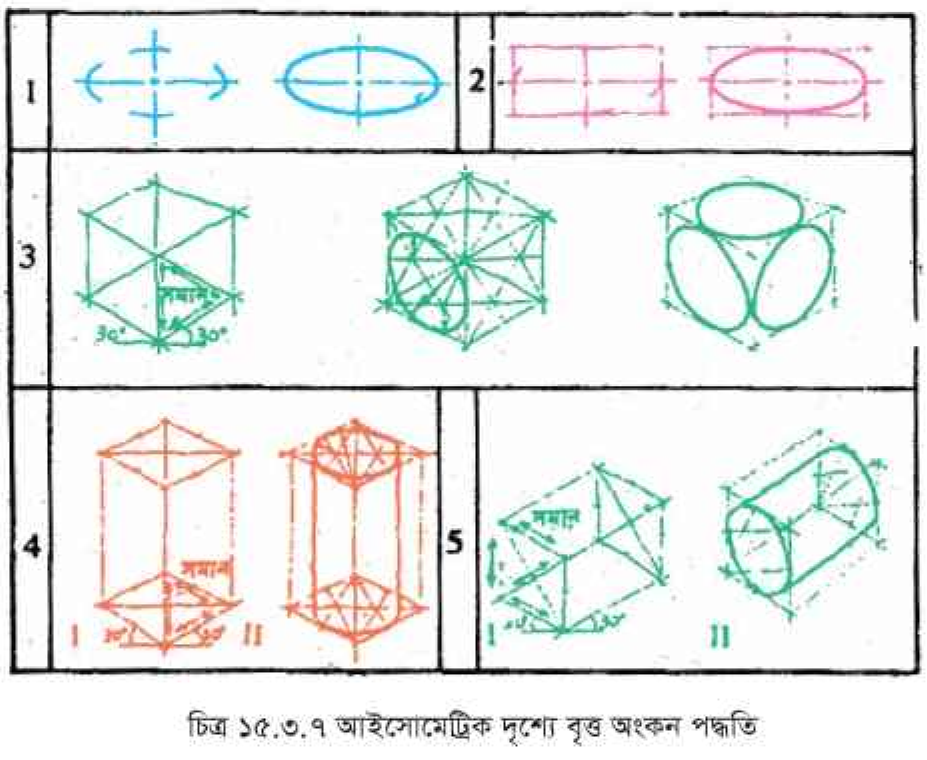


চিত্র ১৫.৩.৫ আইসোমেট্রিক দৃশ্য স্কেচিং
স্টিলের ভাঁজ করা চেয়ার
(Folding Steel Chair)



চিত্র ১৫.৩.৬ আইসোমেট্রিক দৃশ্য স্কেচিং
কাঠের টেবিল

✪ নিচের উপবৃত্তগুলো অংকন করার পদ্ধতি



চিত্র ১৫.৩.৭ আইসোমেট্রিক দৃশ্যে বৃত্ত অংকন পদ্ধতি

১৫.৪ ঘনবস্তুর অবলিক দৃশ্য স্কেচিং করার পদ্ধতি

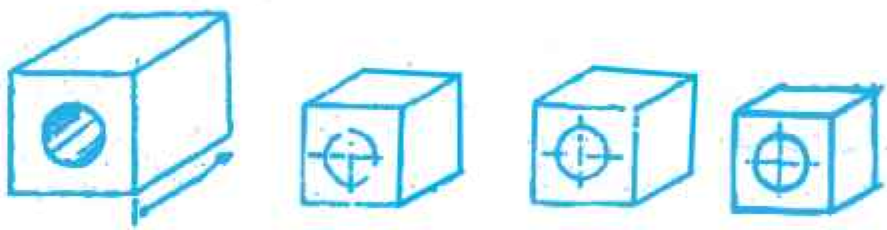
ক) বস্তুর সামনের তলকে বস্তুর একই আকৃতি নিয়ে আঁকতে হবে। তবে বৃত্ত বা বৃত্তচাপ থাকায় তলকে সামনের তলের জন্য নির্বাচন করতে হয়।

খ) পার্শ্ব ও উপরের তলের আকৃতিকে প্রকাশ করার জন্য সামনের তল থেকে যে কোনো পরিমাণ কোণে রেখাগুলো টানতে হবে। ঐ রেখাগুলোর দৈর্ঘ্যকে চিত্র ১৫.৪.১ এর মতো প্রকৃত দৈর্ঘ্য না নিয়ে, চিত্র ১৫.৪.২ এর মতো অপেক্ষা কমিয়ে অংকন করলে, দৃশ্যটি স্বাভাবিক দেখা যায়।

গ) বস্তুর আকৃতিকে Object Line (মোটা রেখা) দিয়ে স্পষ্ট করতে হবে।

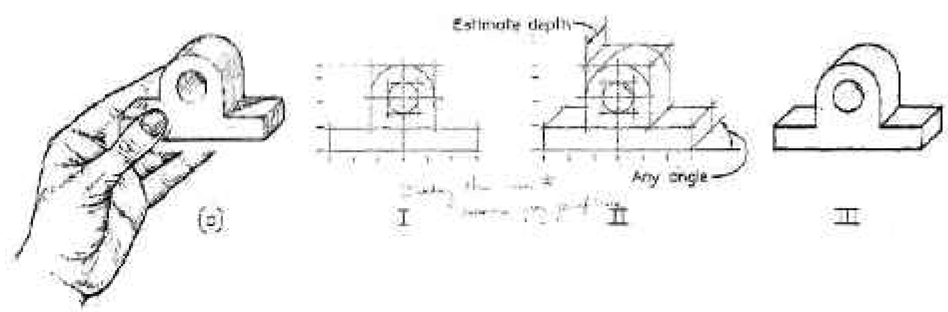
✪ ঘনবস্তুর অবলিক ভিউ স্কেচিং

"অবলিক অভিক্ষপ" অনুযায়ী মুক্ত হস্তে অংকন করার পদ্ধতিকে **"অবলিক স্কেচিং"** বলা হয়।

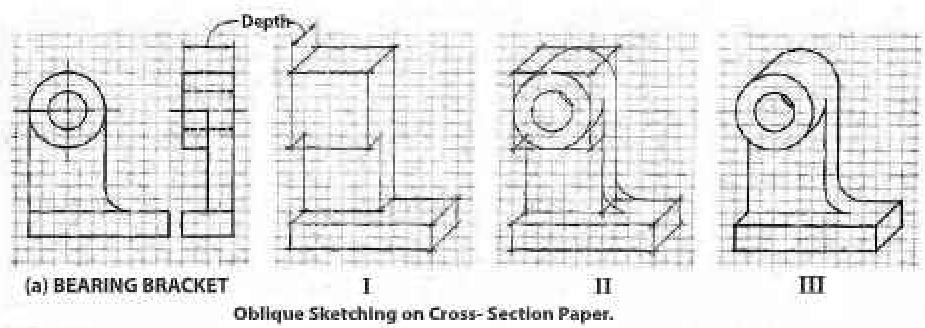


চিত্র ১৫.৪.১ অবলিক ভিউ স্কেচিং পদ্ধতি

✪ গ্রাফের সাহায্যে অবলিক ভিউ স্কেচিং পদ্ধতি



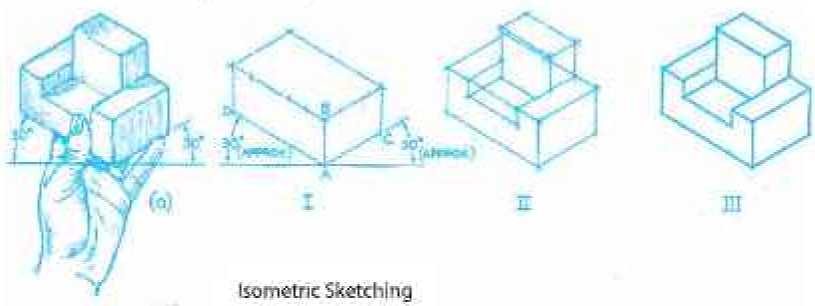
চিত্র ১৫.৪.২ অবলিক স্কেচিং পদ্ধতি



চিত্র ১৫.৪.৩ গ্রাফের সাহায্যে অবলিক স্কেচিং পদ্ধতি

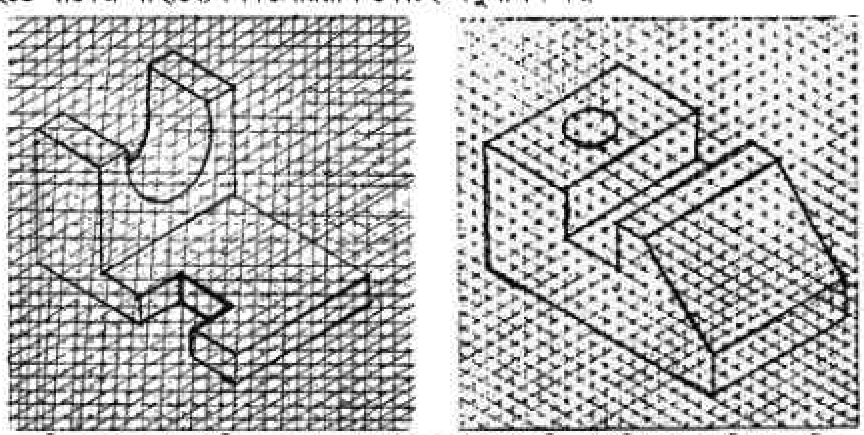
১৫.৫ পিক্টোরিয়াল ভিউ স্কেচিং

যদি একটি ঘনবস্তুর তলগুলোকে চিত্র ১৫.৫ এর ন্যায় হেলানো ভাবে স্থাপন করা হয়, তবে ঘন বস্তুটির বিভিন্ন তল দেখা যায়। তাই ঘনবস্তুটির আকৃতি মোটামুটি বুঝতে পারা যায়। এ ধরনের দৃশ্যকে মুক্ত হস্তে অংকন করলে তাকে **"পিক্টোরিয়াল স্কেচিং"** বলা হয়। পিক্টোরিয়াল স্কেচিং আঁকতে কঠিন এবং সময় বেশি লাগে, কিন্তু বস্তুটির মোটামুটি আকৃতি সহজে বোঝতে পারা যায় (চিত্র ১৫.৫)।



চিত্র ১৫.৫ পিক্টোরিয়াল স্কেচিং পদ্ধতি

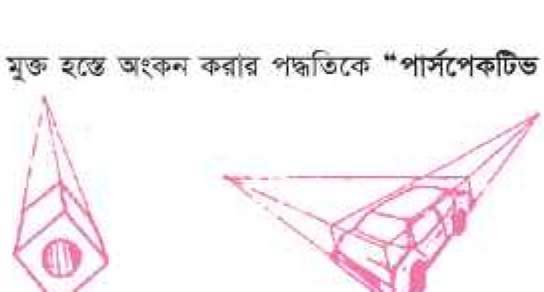
✪ **মুক্ত হস্তে গ্রাফের সাহায্যে পিকটোরিয়াল স্কেচিং অনুশীলন কর**



চিত্র ১৫.৫.১ ও চিত্র ১৫.৫.২ গ্রাফের সাহায্যে পিকটোরিয়াল স্কেচিং পদ্ধতি

১৫.৬ পার্সপেকটিভ ভিউ স্কেচিং

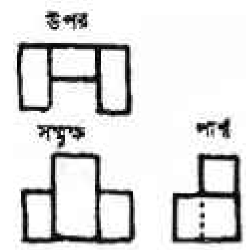
"পার্সপেকটিভ অভিক্ষেপ" অনুযায়ী মুক্ত হস্তে অংকন করার পদ্ধতিকে **"পার্সপেকটিভ স্কেচিং"** বলা হয়। এ পদ্ধতি দ্বারা সবচেয়ে সঠিক স্কেচিং করা হয়। অর্থাৎ দৃষ্ট বিন্দু থেকে যে অংশ কাছাকাছি থাকে, সে অংশ দূরে থাকা অংশ থেকে বড় হয়ে দেখা যায়, ঐ ধরনের অবস্থা পার্সপেকটিভ স্কেচিং দিয়ে প্রকাশ করা যায়।



চিত্র ১৫.৬.১ ও চিত্র ১৫.৬.২ পার্সপেকটিভ ভিউ স্কেচিং

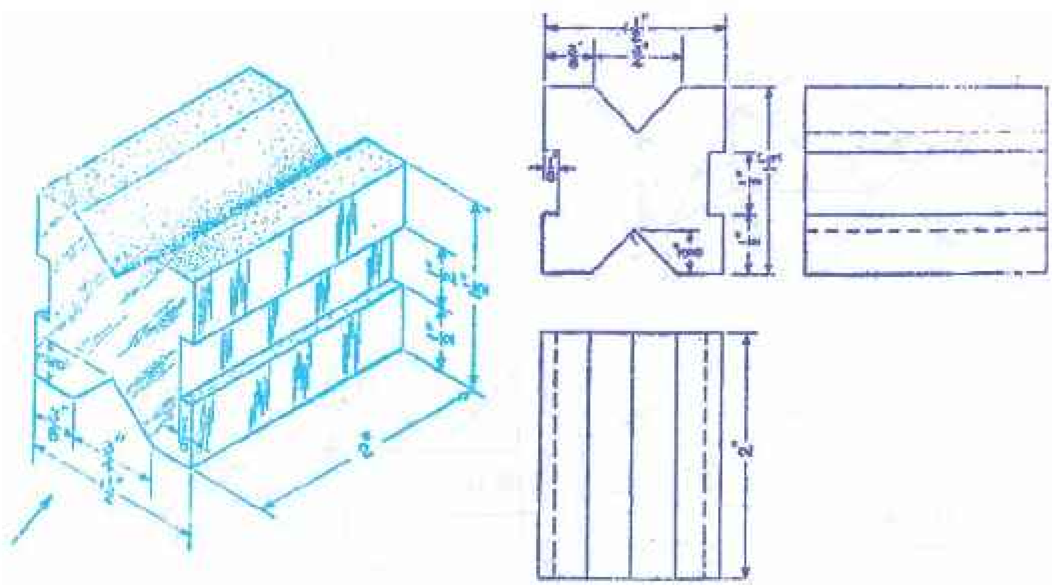
১৫.৭ অর্থোগ্রাফিক ভিউ স্কেচিং

শুধু একটি দৃশ্য দিয়ে বস্তুর সমস্ত আকৃতি প্রকাশ করা যায় না। তাই বিভিন্ন দিক থেকে দেখা দৃশ্যগুলো একসাথে রেখে আঁকতে হয়। এ ধরনের দৃশ্যগুলোকে মুক্ত হস্তে অংকন করলে, তাকে "অর্থোগ্রাফিক ড্রইং" বা "মালটি ভিউ স্কেচিং" বলা হয়। অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং আঁকতে সহজ এবং দ্রুত বস্তুর তলগুলোর সঠিক আকৃতি প্রকাশ করা যায়। তাই শিল্প কারখানার কাজে "অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং" অধিকাংশ স্থানে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১৫.৭ অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং

✪ প্রথম কোণীয় প্রজেকশনে 'ভি' ব্লকের অর্থোগ্রাফিক ভিউ স্কেচিং



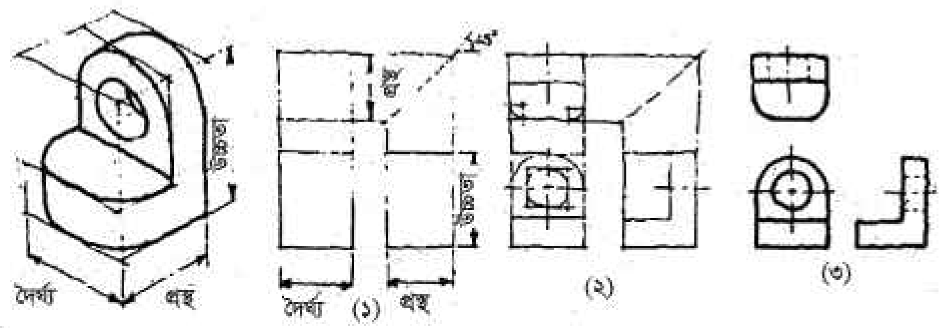
চিত্র ১৫.৭.১ অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং (First Angle Method)

অর্থোগ্রাফিক ভিউ স্কেচিং করার পদ্ধতি

১) বস্তুর দৈর্ঘ্য ও উচ্চতাকে সম্মুখ দৃশ্যে, দৈর্ঘ্য ও গভীরতাকে উপর দৃশ্যে এবং প্রস্থ ও উচ্চতাকে পার্শ্ব দৃশ্যে নিয়ে প্রত্যেক দৃশ্যে আয়তক্ষেত্র আঁকতে হবে।

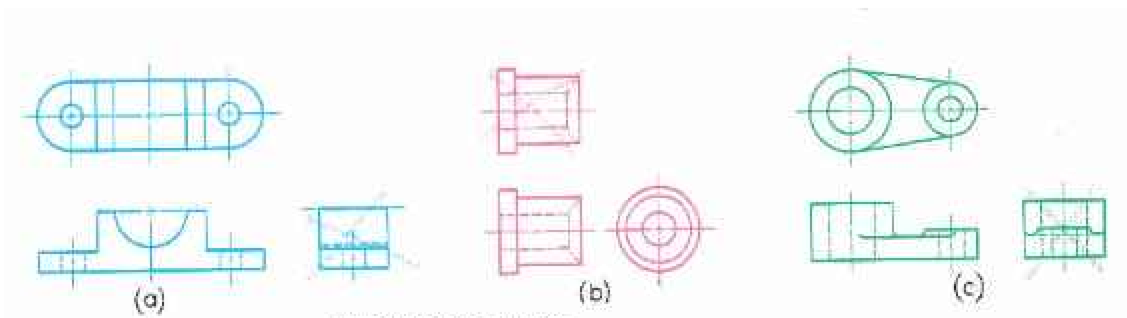
২) প্রত্যেক দৃশ্যকে সহায়ক রেখা দিয়ে আঁকতে হবে।

৩) প্রত্যেক দৃশ্যের আকৃতিকে Object Line দিয়ে আঁকতে হবে। Center Line & Hidden Line টানতে হবে।



চিত্র ১৫.৭.২ অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং পদ্ধতি

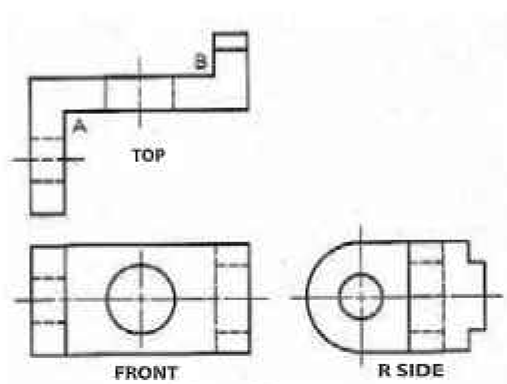
✪ মুক্ত হস্তে **Third Angle Method** এ অর্থোগ্রাফিক ভিউ স্কেচিং কর



Two Necessary Views

চিত্র ১৫.৭.৩ অর্থোগ্রাফিক ভিউ স্কেচিং পদ্ধতি

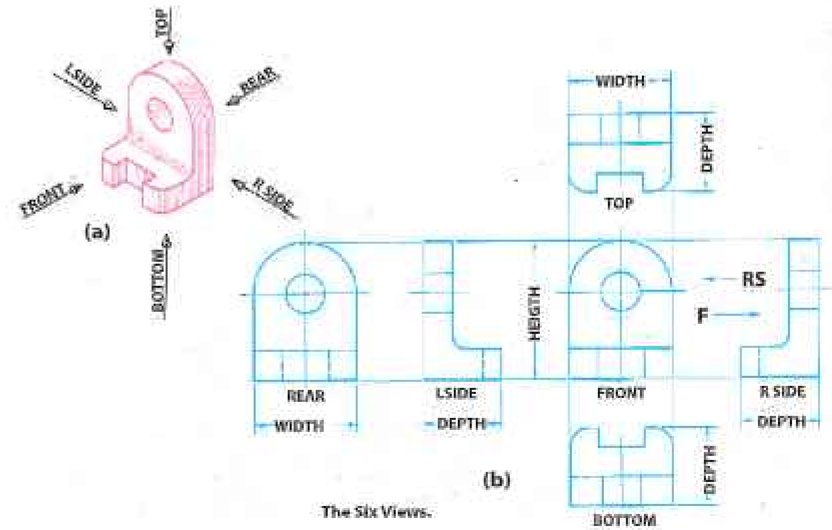
মুক্ত হস্তে **3rd Angle Method** এ অর্থোগ্রাফিক ভিউ স্কেচিং কর



Three Views

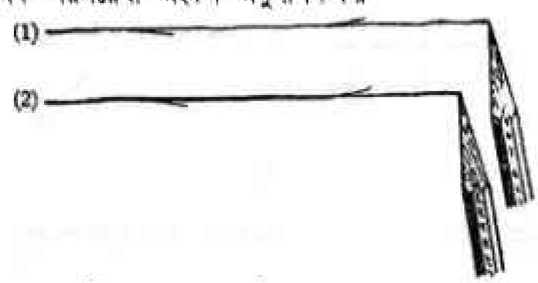
চিত্র ১৫.৭.৪ অর্থোগ্রাফিক স্কেচিং পদ্ধতি

✪ মুক্ত হস্তে **Third Angle Method** এ অর্থোগ্রাফিক ভিউ এ মাল্টি ভিউ প্রোজেকশন স্কেচিং কর



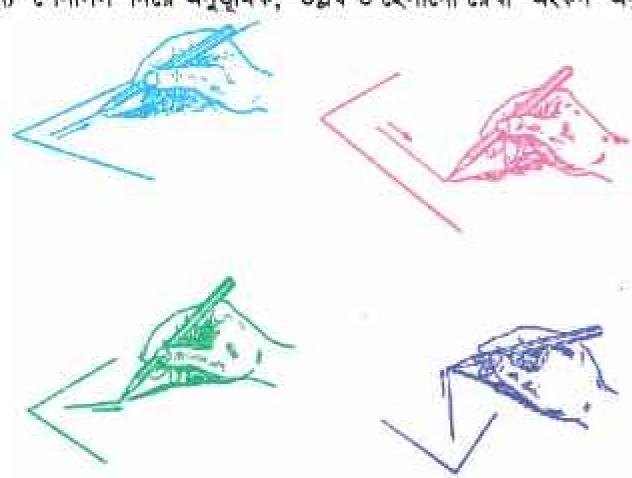
চিত্র ১৫.৭.৫ অর্থোগ্রাফিক ভিউ এ মাল্টি ভিউ প্রোজেকশন স্কেচিং পদ্ধতি

১৫.৮ ফ্রি হ্যান্ড ড্রইং এর জন্য দীর্ঘ অনুভূমিক সরলরেখা অংকন অনুশীলন কর



চিত্র ১৫.৮ অনুভূমিক সরলরেখা অংকন

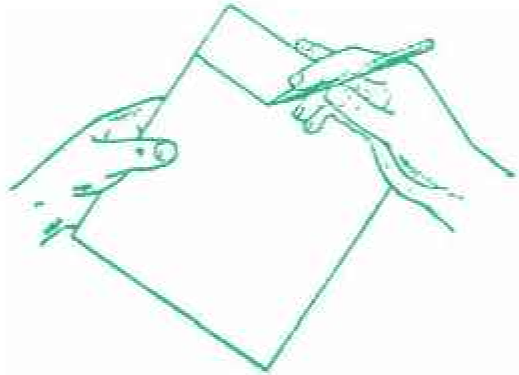
✪ ফ্রি হ্যান্ড ড্রইং করার জন্য 'পেনসিল দিয়ে অনুভূমিক, উল্লম্ব ও হেলানো রেখা অংকন অনুশীলন কর



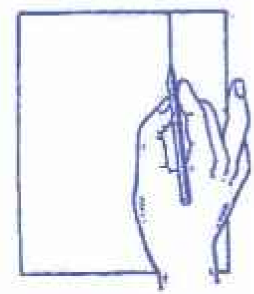
চিত্র ১৫.৮.১ অনুভূমিক, উল্লম্ব ও হেলানো রেখা অংকন

২০২৫

✪ **ফ্রি হ্যান্ড ড্রইং করার জন্য দীর্ঘ অনুভূমিক ও উল্লম্ব রেখা অংকন অনুশীলন করো**



চিত্র ১৫.৮.২ অনুভূমিক রেখা অংকন পদ্ধতি



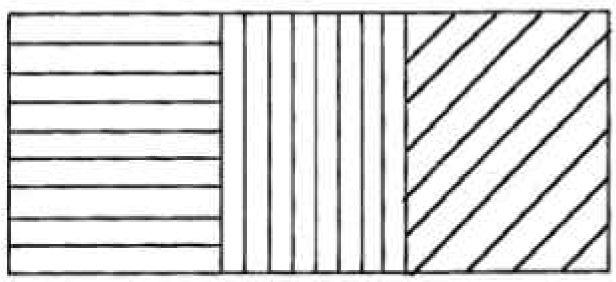
চিত্র ১৫.৮.৩ উল্লম্ব রেখা অংকন পদ্ধতি

✪ **সমান্তরাল সরলরেখা স্কেচিং কর**

১) রেখাটির দুই প্রান্ত বিন্দু নির্দেশ করি।

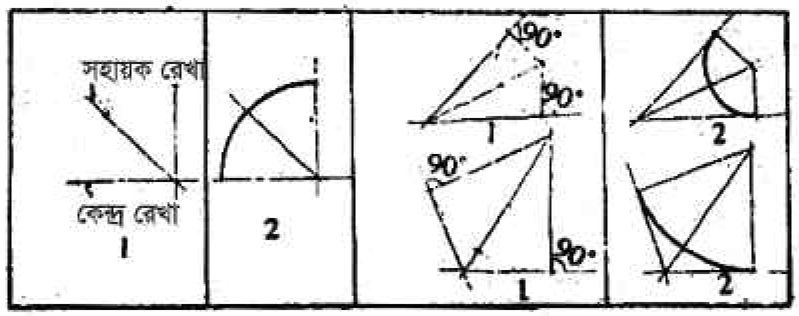
২) দুইটি বিন্দুর সাহায্যে মুক্ত হস্তে সহায়ক রেখা Construction Line) অংকন করি।

৩) সহায় রেখা (Construction Line) এর উপরে মুক্ত হস্তে Object Line অংকন করি।



চিত্র ১৫.৮.৪ সমান্তরাল সরলরেখা অংকন পদ্ধতি

✪ **বৃত্তচাপ অংকন পদ্ধতি স্কেচিং কর**



চিত্র ১৫.৮.৫ বৃত্তচাপ অংকন পদ্ধতি

২০২৫

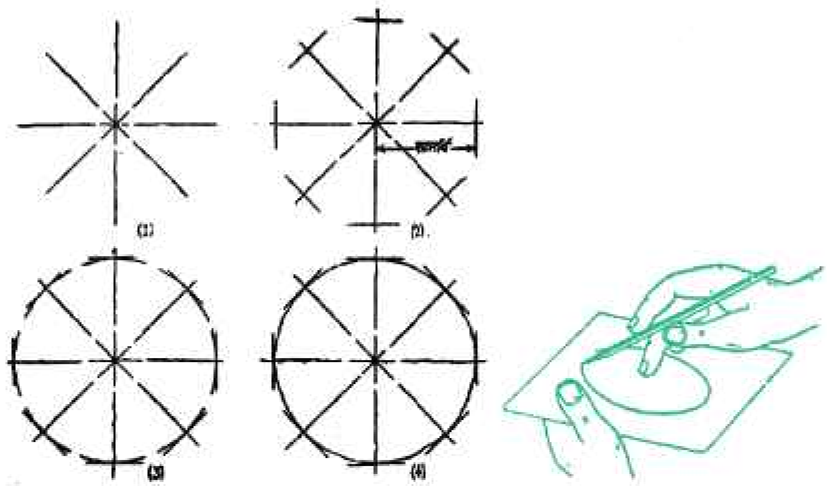
✪ বৃত্ত (Circle) স্কেচিং পদ্ধতি অনুশীলন কর

১) Center Line কে কেন্দ্র করে 45°কোণে মুক্ত হস্তে দুইটি সরলরেখা অংকন করি।

২) কেন্দ্র থেকে প্রায় সমান দৈর্ঘ্য নিয়ে প্রত্যেক রেখার উপরে চিহ্নিত করি।

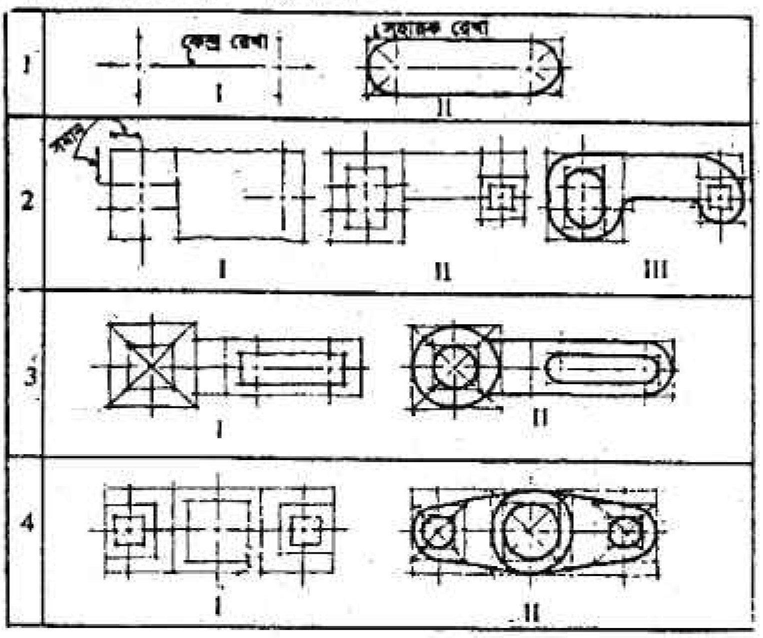
৩) Construction Line দিয়ে বৃত্ত অংকন করি।

৪) Object Line দিয়ে বৃত্ত অংকন করি।



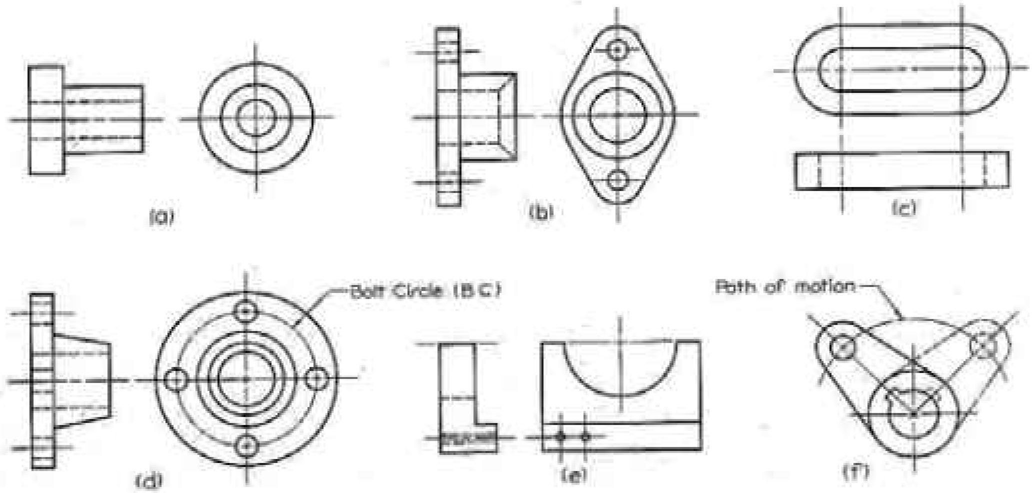
চিত্র ১৫.৮.৬ বৃত্ত অংকন পদ্ধতি

✪ মুক্ত হস্তে যন্ত্রাংশ স্কেচিং পদ্ধতি অনুশীলন কর



চিত্র ১৫.৮.৭ যন্ত্রাংশ অংকন পদ্ধতি

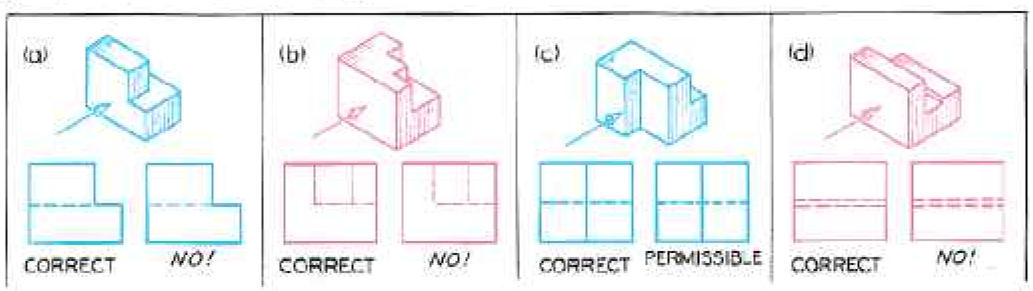
✪ মুক্ত হস্তে সেন্টার লাইন স্কেচিং করো



Center-Line Applications.

চিত্র ১৫.৮.৮ সেন্টার লাইন স্কেচিং পদ্ধতি

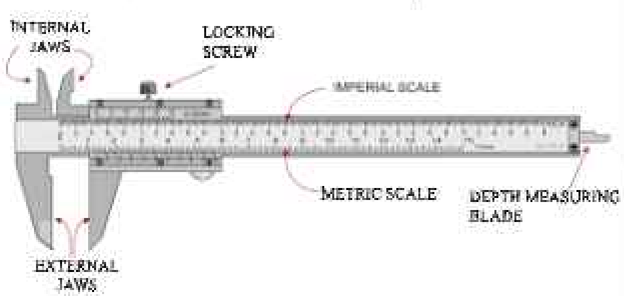
✪ মুক্ত হস্তে হিডেন লাইন স্কেচিং অনুশীলন করো



Hidden-Line Practices.

চিত্র ১৫.৮.৯

✪ বিভিন্ন ধরনের প্রয়োজনীয় হ্যান্ড টুলস ও ব্যবহার্য সামগ্রী মুক্ত হস্তে চিত্র অংকন অনুশীলন করো





চিত্র ১৫.৮.১০ ভার্নিয়ার স্লাইড ক্যালিপার্স

চিত্র ১৫.৮.১১ মাইক্রোমিটার (Micrometer)

২০২৫



চিত্র ১৫.৮.১২ ইন-সাইড ক্যালিপার্স (Inside calipers)



চিত্র ১৫.৮.১৩ আউট-সাইড ক্যালিপার্স



চিত্র ১৫.৮.১৪ হাতুড়ি (হ্যামার-Hammer)



চিত্র ১৫.৮.১৫ প্লায়ার্স (Pliers)



চিত্র ১৫.৮.১৬ সিঙ্গেল এন্ডেড স্প্যানার (Single ended spanner)



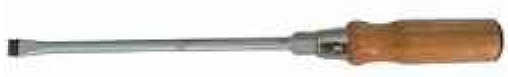
চিত্র ১৫.৮.১৭ ডবল এন্ডেড স্প্যানার (Double ended spanner)



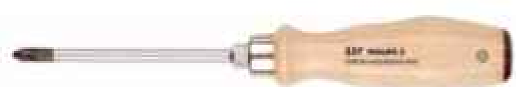
চিত্র ১৫.৮.১৮ স্লাইড রেঞ্জ (Slide Wrence)



চিত্র ১৫.৮.১৯ পাইপ রেঞ্জ



চিত্র ১৫.৮.২০ ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার (Flat Screw Driver)



চিত্র ১৫.৮.২১ ফ্লিপ্স স্ক্রু ড্রাইভার (Fillips Screw Driver)



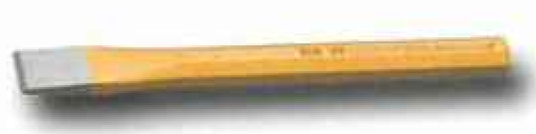
চিত্র ১৫.৮.২২ হ্যাক'স' (Hack Saw)



চিত্র ১৫.৮.২৩ করাত (Wooden Saw)



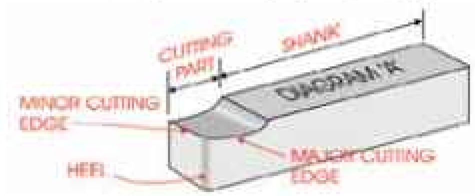
চিত্র ১৫.৮.২৪ ফাইল (রেত - File)



চিত্র ১৫.৮.২৫ চিজেল (ছেনি-Chisel)



চিত্র ১৫.৮.২৬ ড্রিল বিট (Drill Bit)



চিত্র ১৫.৮.২৭ লেদ সাইড কাটিং টুল (Side Cutting Tool)



চিত্র ১৫.৮.২৮ বাটালি (Wooden Chisel)



চিত্র ১৫.৮.২৯ কোদাল (Spade)



চিত্র ১৫.৮.৩০ কাঁচি (সিজার-Scissore)



চিত্র ১৫.৮.৩১ পিনসার (কামড়ি-Pincer)



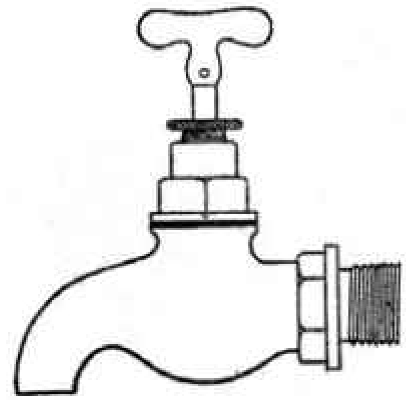
চিত্র ১৫.৮.৩২ টেবিল ভাইস (Table Vice)



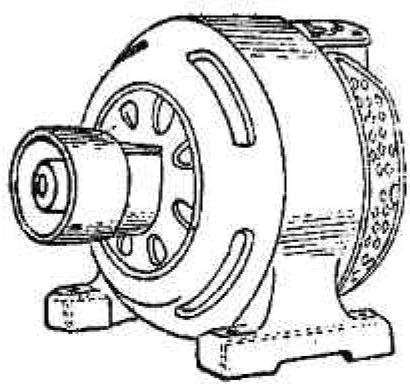
চিত্র ১৫.৮.৩৩ এনভিল (নেহাই-Anvil)



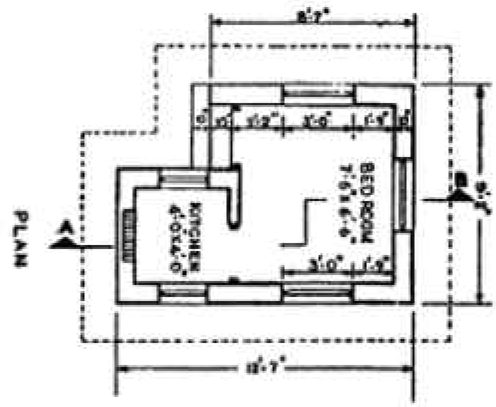
চিত্র ১৫.৮.৩৪ 'সি' ক্ল্যাম্প (C-Clamp)



চিত্র ১৫.৮.৩৫ পানির কলের মুখ (Bib-Cock)



চিত্র ১৫.৮.৩৬ মটর (Motor)



চিত্র ১৫.৮.৩৭ বাড়ির প্লান (Plan)

অনুশীলনী - ১৫ : নক্‌শা বা স্কেচিং

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। নক্‌শা বা স্কেচিং কী ?
২। নক্‌শা বা স্কেচিং এর প্রকারভেদ উল্লেখ করো।
৩। একটি মেশিনারি পার্টসের আইসোমেট্রিক ও অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য স্কেচিং করে দেখাও।
৪। বিভিন্ন প্রকার স্কেচিং এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

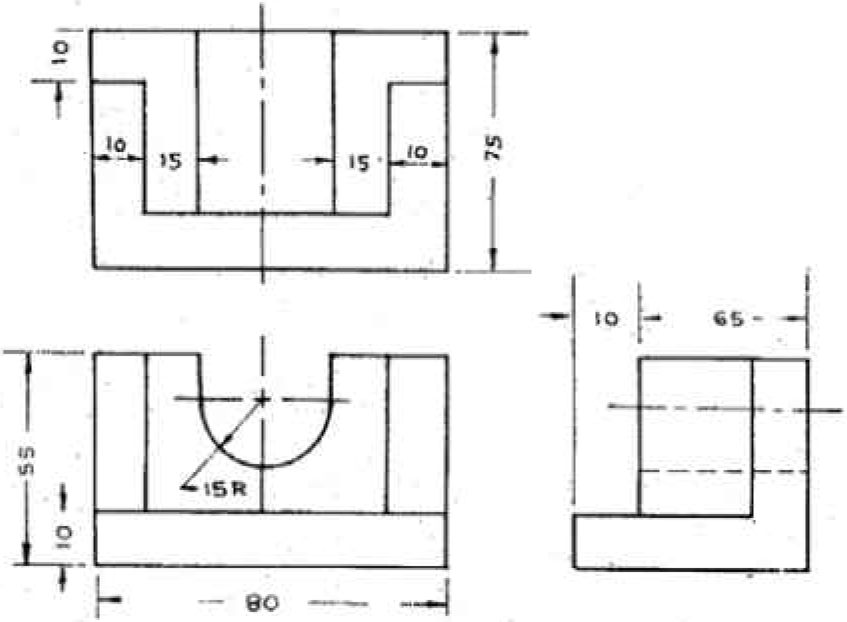
রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। নিম্নে উল্লেখিত সামগ্রীগুলো মুক্ত হস্তে চিত্র অংকন করো।

- একটি ভার্নিয়ার স্লাইড ক্যালিপার্স
- একটি হাতুড়ি
- একটি প্লায়ার্স
- একটি হাতা ছাড়া চেয়ার
- একটি হ্যাক'স'
- একটি টেবিল ভাইস
- একটি পানির কলের মুখ (**Bib-Cock**)

- একটি খালি ফুলদানি
- একটি বলপিন হ্যামার
- একটি এনভিল (নেহাই)
- একটি পড়ার টেবিল
- একটি ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার
- একটি স্প্যানার
- একটি কাঠের বসার টুল

২। নিচের যন্ত্রাংশটির মুক্ত হস্তে অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য থেকে আইসোমেট্রিক দৃশ্য বা ভিউ অংকন করো।



চিত্র ১৫.৮.৩৮ অর্থোগ্রাফিক ভিউ

১৬. স্ক্রু-থ্রেড অংকন
Screw-Thread Drawing

১৬.০ স্ক্রু-থ্রেড বা স্ক্রু-প্যাঁচ (Screw Thread)

কোনো সিলিন্ড্রিক্যাল বস্তুর বাইরের বা ভিতরের পরিধিতে কুন্ডলী আকারে অবস্থিত একই ধরনের ক্রমাগত উত্থিত শিরোদেশকে থ্রেড বা প্যাঁচ (Thread) বলা হয়।

১৬.১ স্ক্রু-থ্রেডের বর্ণনা

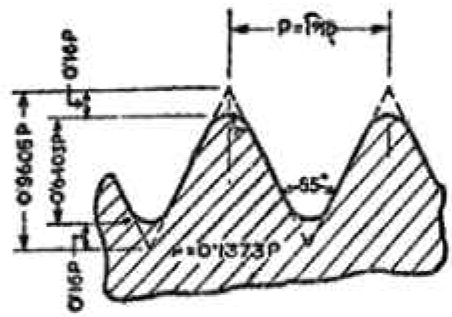
⊙ **বিভিন্ন প্রকার স্ক্রু-থ্রেডের বর্ণনা : ' ভি ' থ্রেড (Vee Thread)**

এটা ইংরেজি অক্ষর **"V"** এর ন্যায় ও নির্দিষ্ট মান বিশিষ্ট।১) **ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড হুইটওয়ার্থ থ্রেড :** একে সংক্ষেপে B.S.W থ্রেড বলা হয়। সকল প্রকার থ্রেডের মধ্যে এই থ্রেডের ব্যবহার সর্বাপেক্ষা বেশি। **প্রয়োগ :** সাধারণ নাট ও বোল্টে এ থ্রেডই বেশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

এর কোণ (Angle) = **55°**

গভীরতা (Depth) = 0.6403 × পিচ

শীর্ষ (Crest) = 0.1373 × পিচ মাপের ব্যাসার্ধ দ্বারা গোল করা।



চিত্র ১৬.১ ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড হুইটওয়ার্থ থ্রেড

⊙ **ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড হুইটওয়ার্থ থ্রেডের (B.S.W) তালিকা**

No. of Size	Number of Screw Thread per Inch	DIA of BOLT		DIA of DRILL	
		INCH	M.M	INCH	M.M
1	64	0.073	1.8	0.0595	1.5
2	56	0.086	2.2	0.0725	1.8
3	48	0.099	2.5	0.0785	2.0
4	40	0.112	2.8	0.089	2.3
5	40	0.125	3.2	0.1015	2.6
6	32	0.138	3.5	0.1065	2.7
8	32	0.164	4.2	0.136	3.5
10	24	0.19	1.8	0.1494	3.8

No. of Size	Number of Screw Thread Per Inch	DIA of BOLT		DIA of DRILL	
		INCH	M.M	INCH	M.M
$\frac{3}{8}$	16	0.375	9.5	0.3125	7.9
$\frac{7}{19}$	14	0.4375	11.1	0.368	9.3
$\frac{1}{2}$	12	0.50	12.7	0.4219	10
$\frac{9}{16}$	12	0.5625	14.2	0.4844	12.3
$\frac{5}{8}$	11	0.625	15.9	0.5312	13.5
$\frac{3}{4}$	10	0.75	19.1	0.6563	16.7
$\frac{7}{8}$	9	0.875	22.2	0.7658	19.4
1	8	1.0	25.4	0.875	22.2

12	24	0.216	5.5	0.177	4.5
$\frac{1}{4}$	20	0.25	6.4	0.201	5.1
$\frac{5}{16}$	18	0.312	7.9	0.257	6.5
$1\frac{1}{8}$	7	1.125	28.6	0.9844	25.0
$1\frac{1}{4}$	7	1.25	31.7	1.1094	28.2
$1\frac{1}{7}$	6	1.5	38.1	1.3637	34.1

২) ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড ফাইন থ্রেড (British Standard Fine Thread)

একে সংক্ষেপে B.S.F. থ্রেড বলা হয়। এ থ্রেডের শীর্ষ (Crest), গভীরতা (Depth) এবং কোণের মাপ (Angle) সকলই Whitworth Standard Thread এর ন্যায়। শুধু পার্থক্য এই যে, এতে হুইটওয়ার্থ স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড হতে প্রতি ইঞ্চিতে থ্রেডের সংখ্যা বেশি থাকে। ফলে এ প্রকার থ্রেড বিশিষ্ট স্ক্রুকে সূক্ষ্মভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে সুবিধা হয়।

প্রয়োগ ঃ এরোপ্লেন ও মোটর গাড়ি ইত্যাদির বিভিন্ন অংশে $\frac{1}{2}$ ইঞ্চি অপেক্ষা কম ডায়ামিটারের যে সকল স্ক্রু ব্যবহৃত হয়, এতে অধিকাংশ স্থানে এ প্রকার থ্রেড থাকে।

⊙ ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড ফাইন থ্রেডের তালিকা

No. of Size	Number of Screw thread per inch	DIA of BOLT		DIA of DRILL	
		INCH	M.M	INCH	M.M
$\frac{7}{32}$	28	0.2188	5.6	0.1731	4.4
$\frac{1}{4}$	26	0.25	6.4	0.2037	5.2
$\frac{9}{32}$	26	0.2813	7.1	0.232	5.9
$\frac{5}{16}$	22	0.3125	7.9	0.2543	6.5
$\frac{3}{8}$	20	0.375	9.5	0.311	7.9
$\frac{7}{16}$	18	0.4375	11.1	0.3664	9.3
$\frac{1}{2}$	16	0.5	12.7	0.42	10.7
$\frac{9}{16}$	16	0.5625	14.3	0.4825	12.3
$\frac{5}{8}$	14	0.625	15.9	0.5334	13.5
$\frac{11}{16}$	14	0.6875	17.5	0.59	15.
$\frac{3}{4}$	12	0.75	19.0	0.6433	16.3
$\frac{13}{16}$	12	0.8125	20.6	0.706	19.3
$\frac{7}{8}$	11	0.875	22.2	0.7586	19.3
1	10	1.0	25.4	0.871	22.1
$1\frac{1}{8}$	9	1.125	25.6	0.9827	25.0
$1\frac{1}{4}$	9	1.25	31.7	1.1077	26.1
$1\frac{3}{8}$	8	1.375	34.6	1.2149	30.9
$1\frac{1}{2}$	8	1.5	38.1	1.339	34.0

৩) ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড পাইপ থ্রেড (British Standard Pipe Thread)

এ থ্রেড কে সংক্ষেপে B.S.P বলে। এ থ্রেডের শীর্ষ, গভীরতা এবং কোণের মাপ সবই " হুইটওয়ার্থ স্ট্যান্ডার্ড " থ্রেডের ন্যায়। কিন্তু এতে প্রতি ইঞ্চিতে থ্রেডের সংখ্যা অপেক্ষাকৃত বেশি থাকে। প্রথমটি সচরাচর ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এখানে স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, 'পাইপের ডায়ামিটার' কথা দ্বারা পাইপের ছিদ্রের ব্যাস মাপকে বোঝায়। পাইপের বাহিরের ব্যাস এটা থেকে সর্বদা বেশি হয়ে থাকে। "পাইপ থ্রেড" সমান্তরাল (Parallel) ও ক্রমশঃ সরু (Taper) উভয় প্রকারই হয়।

প্রয়োগ ঃ গ্যাস, পানি এবং স্টিমের পাইপে এ শ্রেণির থ্রেড ব্যবহৃত হয়।

⊙ ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড পাইপ থ্রেডের (B.S.P) তালিকা

No. of Size	Number of Screw Thread per Inch	Out Side DIA		In Side DIA	
		INCH	M.M	INCH	M.M
$\frac{1}{8}$	28	0.4063	10.3	0.337	8.6
$\frac{1}{4}$	19	0.5312	13.5	0.451	11.5
$\frac{3}{8}$	19	0.6875	17.5	0.589	15.0
$\frac{1}{2}$	14	0.8437	21.4	0.734	1.6
$\frac{5}{8}$	14	0.9375	23.8	0.811	20.6
$\frac{3}{4}$	14	1.0625	27.0	0.95	24.1
$\frac{7}{8}$	14	1.2188	31.0	1.098	27.9
1	11	1.3437	34.1	1.193	30.3

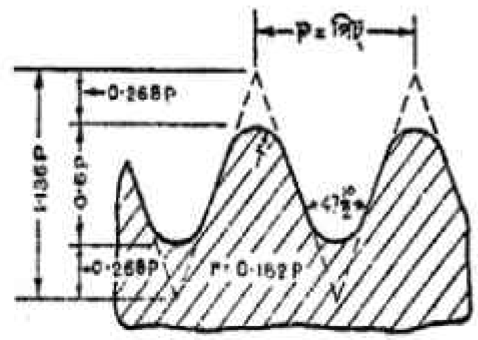
No. of Size	Number of Screw Thread per Inch	Out Side DIA		In Side DIA	
		INCH	M.M	INCH	M.M
$1\frac{1}{4}$	11	1.6875	42.9	1.534	39.0
$1\frac{1}{2}$	11	1.9063	48.4	1.766	44.9
$1\frac{3}{4}$	11	2.1563	54.7	2.0	50.8
2	11	2.375	60.3	2.231	56.7
$2\frac{1}{4}$	11	2.625	66.7	2.471	62.7
$2\frac{1}{2}$	11	3.0	67.2	2.544	64.6
$2\frac{3}{4}$	11	3.25	82.55	3.094	78.6
3	11	3.5	88.9	3.344	84.9

৪) ব্রিটিশ এসোসিয়েশন স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড (British Association Standard Thread)

এ থ্রেড কে সংক্ষেপে B.A বা B.A.S থ্রেড বলে। এর কোণ (Angle) = $47\frac{1}{2}°$ । গভীরতা (Depth) 0.6 × পিচ। এ থ্রেডের মাপ 0 হতে 25 সংখ্যা দ্বারা সূচিত হয়ে থাকে। সংখ্যা যত বেশি হয়, স্ক্রু এর ডায়ামিটার তত কম হয়।

সাধারণত $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি অপেক্ষা কম ডায়ামিটারের স্ক্রু এর জন্য এ প্রকার থ্রেড উপযোগী হয়। (চিত্র ১৬.১.১)।

প্রয়োগ ঃ সূক্ষ্ম যন্ত্রাদিতে এ প্রকার থ্রেড ব্যবহৃত হয়ে থাকে।



চিত্র ১৬.১.১ ব্রিটিশ এসোসিয়েশন স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড

⊙ ব্রিটিশ এসোসিয়েশন স্ট্যান্ডার্ড (B.A.) থ্রেডের তালিকা

No of Size	Number of Screw thread	DIA of BOLT INCH	DIA of BOLT M.M	DIA of BOLT INCH	DIA of BOLT M.M
0	25.4	0.2362	6.0	0.1890	4.8
1	28.2	0.2087	5.3	0.1662	4.2
2	31.4	0.1850	4.7	0.1467	3.7
3	34.8	0.1614	4.1	0.1269	3.2
4	38.5	0.1417	3.6	0.1105	2.8
5	43.1	0.1260	3.2	0.0981	2.5
6	47.9	0.1102	2.7	0.0851	2.2
7	52.9	0.0987	2.5	0.0757	1.9
8	59.1	0.0866	2.2	0.0663	1.7
9	65.1	0.0748	1.9	0.0564	1.4
10	72.6	0.0669	1.7	0.0504	1.3

No. of Size	Number of Screw thread per inch	DIA of BOLT INCH	DIA of BOLT M.M	DIA of INCH	DIA of M.M
11	81.9	0.059	1.5	0.0445	1.1
12	90.9	0.0511	1.3	0.0379	1.0
13	102	0.0472	1.2	0.0355	0.9
14	110	0.0394	1.0	0.0285	0.7
15	121	0.0354	0.9	0.0255	0.6
16	133	0.0311	0.8	0.0221	0.56
17	149	0.0276	0.7	0.0196	0.5
18	169	0.0244	0.6	0.0173	0.4
19	182	0.0211	0.54	0.0145	0.37
20	213	0.019	0.48	0.0134	0.34

৫) আমেরিকান ন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড (American National Standard Thread)

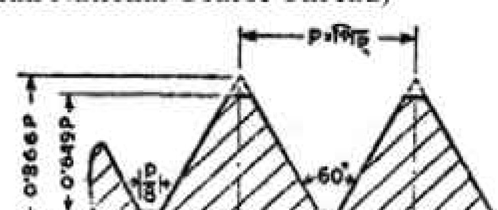
একে পূর্বে সেলার্স থ্রেড বলা হতো। এর শীর্ষ সমতল এর কোণ (Angle) = 60° । গভীরতা (Depth) = 0.6459 × পিচ এ থ্রেড অনেক প্রকার হয়। এদের মধ্যে নিম্নলিখিত দুই প্রকারই অধিকাংশ স্থানে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

ক) আমেরিকান ন্যাশনাল কোর্স থ্রেড (American National Coarse Thread)

একে সংক্ষেপে N.C থ্রেড বলা হয়।

(চিত্র ১৬.১.২)

প্রয়োগ: ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড হুইটওয়ার্থ থ্রেড যে যে স্থানে উপযোগী হয়, এ থ্রেড সে সকল স্থানে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।



চিত্র ১৬.১.২ আমেরিকান ন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড

২০২৫

খ) আমেরিকান ন্যাশনাল ফাইন থ্রেড (American National Fine Thread)

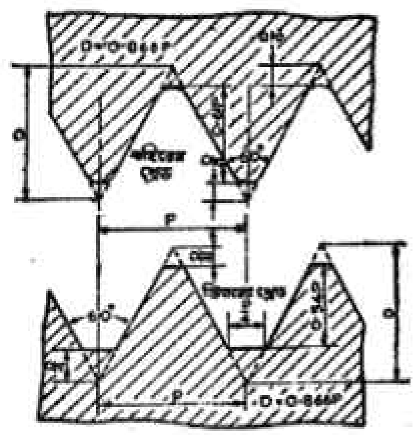
একে সংক্ষেপে N.F থ্রেড বলা হয়। ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড ফাইন থ্রেড যে যে স্থলে উপযোগী হয় এ প্রকার থ্রেড ঐ সকল স্থানে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

৬) ইন্টারন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড বা ইউনিফায়েড থ্রেড (International Standard Thread or Unified Thread)

সংক্ষেপে একে U.N. থ্রেড বলে। এর আকার ও কোণের বেলায় রুট (Root) অংশ এবং ক্রেষ্ট (Crest) অংশ ভিতরের থ্রেডের বেলায় অক্ষের সমান্তরালরূপে অন্য গভীরতায় সমতল করা ইউনিফায়েড থ্রেড দুই প্রকার। যথা

ক) ইউনিফায়েড কোর্স থ্রেড (Unified Coarse Thread - U.N.C)

এতে প্রতি ইঞ্চিতে ৮ টি থ্রেড থাকে এবং এর পর্যায় $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি হতে $1\frac{1}{2}$ ইঞ্চি ডায়ামিটারের হয়।



চিত্র ১৬.১.৩ ইন্টারন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড

খ) ইউনিফায়েড ফাইন থ্রেড (Unified Fine Thread - U.N.F)

এতে প্রতি ইঞ্চিতে 12 টি থ্রেড থাকে এবং এর পর্যায় $\frac{1}{4}$ ইঞ্চি হতে $1\frac{1}{2}$ ইঞ্চি ডায়ামিটারের হয়।

উভয় থ্রেডের ক্ষেত্রে থ্রেডের কোণ (Angle) = 60°, বাইরের থ্রেডের ক্ষেত্রে গভীরতা = $\frac{5}{4}$D = 0.4 P.ভিতরের থ্রেডের ক্ষেত্রে গভীরতা = $\frac{17}{14}$D = 0.61 P.(চিত্র ১৬.১.৩)।

⊙ ইউনিফায়েড থ্রেডের তালিকা

বোল্টের ডায়ামিটার ইঞ্চিতে	প্রতি ইঞ্চিতে থ্রেডের সংখ্যা	বোল্টের ডায়ামিটার	প্রতি ইঞ্চিতে থ্রেডের সংখ্যা
$\frac{1}{4}$	20	$\frac{3}{4}$	10
$\frac{5}{16}$	18	$\frac{7}{8}$	9
$\frac{3}{8}$	16	1	8
$\frac{7}{16}$	14	$1\frac{1}{8}$	7
$\frac{1}{2}$	13	$1\frac{1}{4}$	7
$\frac{9}{16}$	12	$1\frac{3}{8}$	6
$\frac{5}{8}$	11	$1\frac{1}{2}$	6

২০২৫

৭) মেট্রিক থ্রেড (Metric Thread)

এ প্রকার থ্রেডের কোণের পরিমাণ 60°। মেট্রিক থ্রেডকে মিলিমিটারে প্রকাশ করতে ডায়ামিটারের পূর্বে **"M"** অক্ষর লিখে পরে গুণ সংখ্যার ডান দিকে পিচ সংখ্যা লিখে সূচিত করা হয়। যেমন ঃ **M 10 ×1.5** বললে স্ক্রু এর ডায়ামিটার 10 মিলিমিটার ও থ্রেডের পিচ = **1.5** mm (চিত্র ১৬.১.৪)।

এর কোণ (Angle) = **60°**

হাইট (Height) H = 0.866 × পিচ

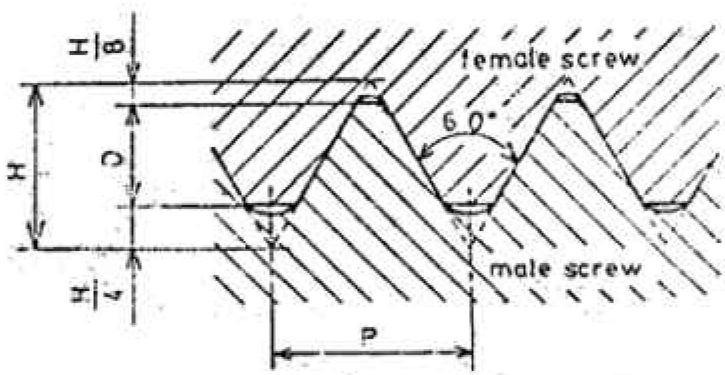
গভীরতা (Depth) = 0.541266 × পিচ

মেট্রিক থ্রেড দু' প্রকার। যথা

ক) কোর্স পিচ থ্রেড (Coarse Pitch Thread)

খ) ফাইন পিচ থ্রেড (Fine Pitch Thread)

প্রয়োগ: মেট্রিক থ্রেডে কোর্স পিচ থ্রেডই অধিকাংশ স্থানে সচরাচর বেশি ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১৬.১.৪ মেট্রিক থ্রেড

⊙ মেট্রিক থ্রেডের কোর্স ও ফাইন থ্রেডের তালিকা

SIZE	COARSE THREAD PITCH	DIA OF BOLT	FINE THREAD PITCH
M.1	0.25	1.0	
M1.1	0.25	1.1	
M1.2	0.25	1.2	
M1.4	0.3	1.4	1.0
M1.6	0.35	1.6	1.2
M1.8	0.35	1.8	1.4
M2	0.4	2.0	1.5
M2.2	0.45	2.2	1.7
M2.5	0.45	2.5	2.0
M3	0.5	3.0	2.4
M3.5	0.6	3.5	2.8

SIZE	COARSE THREAD PITCH	DIA OF BOLT	FINE THREAD PITCH
M10	1.5	10.0	1
M11	1.5	11.0	
M12	1.75	12.0	1.5
M14	2.0	14.0	1.5
M16	2.0	16.0	1.5
M18	2.5	18.0	1.5
M20	2.5	20.0	1.5
M22	2.5	22.0	1.5
M24	3.0	24.0	2
M27	3.0	27.0	2
M30	3.5	30.0	2

M4	0.7	4.0	3.2	M33	3.5	33.0	2
M4.5	0.75	4.5	3.6	M36	4.0	36.0	3
M5	0.8	5.0	4.1	M39	4.0	39.0	3
M6	1.0	6.0	0.75	M42	4.5	42.0	3
M7	1.0	7.0	0.75	M45	4.5	45.0	3
M8	1.25	8.0	1	M48	5.0	48.0	3
M9	1.25	9.0	1	M52	5.0	52.0	3

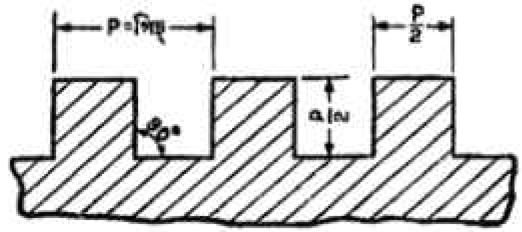
২। স্কয়ার থ্রেড (Square Thread)

এ থ্রেডের পার্শ্ব সমান্তরাল এবং অক্ষের সাথে এক সমকোণ (90°) কোণ করা। এর শীর্ষ এবং মূল উভয়ই সমতল (চিত্র ১৬.১.৫)। এর গভীরতা, (Depth) = **0.5** × পিচ। স্কয়ার থ্রেডের পিচ সংক্রান্ত নির্দিষ্ট কোনো তালিকা নেই। হুইটওয়ার্থ স্ট্যান্ডার্ড থ্রেডে প্রতি ইঞ্চিতে যে থ্রেড সংখ্যা নির্দিষ্ট আছে, এর অর্ধ সংখ্যা থ্রেড নিয়েই এর পিচ নির্ণয় করা হয়ে থাকে (চিত্র ১৬.১.৫)।

এর কোণ (Angle) = 90°

গভীরতা (Depth) = 0.5 × পিচ।

প্রয়োগ: স্ক্রু জ্যাক (Screw Jack), লেদ মেশিনের লিড স্ক্রু (Lead Screw) ইত্যাদিতে এ থ্রেড ব্যবহৃত হয়ে থাকে।



চিত্র ১৬.১.৫ স্কয়ার থ্রেড

১) একমি থ্রেড (Acme Thread)

এটা স্কয়ার থ্রেড অপেক্ষা অধিক শক্তিসম্পন্ন। **INCH System** -

কোণ (Angle) = 29°

গভীরতা (Depth) = 0.5 × পিচ + 0.01

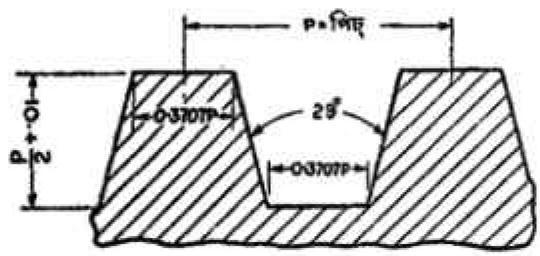
শীর্ষের প্রস্থ (Crest) = 0.3707 × পিচ

METRIC System: কোণ (Angle) = 30°

গভীরতা (Depth) = 5.0 × পিচ + 0.25

শীর্ষের প্রস্থ (Crest) = 0.3493 × পিচ

প্রয়োগ: লেদ (Lathe) এর লিড স্ক্রু (Lead Screw), হাফ নাট (Half Nut), কক (Cock) ইত্যাদিতে এ ধরনের থ্রেড ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১৬.১.৬ একমি থ্রেড

২) বাট্রেস থ্রেড (Buttress Thread)

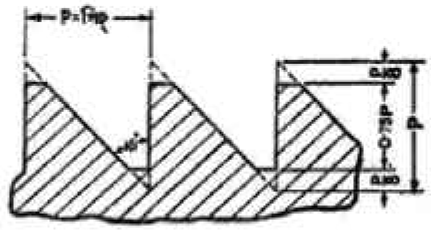
এ থ্রেডের একটি পার্শ্ব লম্ব এবং অপরটি ঢালু । শীর্ষ অক্ষের সমান্তরাল (চিত্র ১৬.১.৭)।

এর কোণ (Angle) = 45°

গভীরতা (Depth) = 0.75 × পিচ

শীর্ষের প্রস্থ (Crest) = 0.125 × পিচ

প্রয়োগ ঃ যে সকল স্থানের থ্রেডের উপর সব সময় এক দিক থেকে চাপ পড়ে। যেমন- দ্রুত ক্রিয়াশীল ভাইস যন্ত্রে ঐ সব স্থানে বাট্রেস থ্রেড ব্যবহৃত হয়।

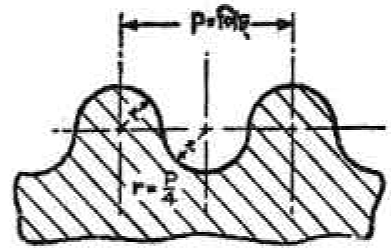


চিত্র ১৬.১.৭ বাট্রেস থ্রেড

৩) নাকল থ্রেড (Knuckle Thread)

এর শীর্ষ এবং মূল উভয়ই অর্ধ বৃত্তকার। একে রাউন্ড (Round) বা রোপ (Rope) থ্রেডও বলে।

প্রয়োগ: রেল গাড়ির কাপলিং স্ক্রু (Coupling Screw), ইলেক্ট্রিক বাতির টুপি (Cap) ইত্যাদিতে এ ধরনের থ্রেড ব্যবহৃত হয়ে থাকে (চিত্র ১৬.১.৮)।



চিত্র ১৬.১.৮ নাকল থ্রেড

থ্রেডের জন্য ট্যাপ সাইজ ড্রিল (Tap Size drill)

১) ট্যাপ সাইজ ড্রিল (Tap Size drill) = Tap – 2 × Depth [সকল থ্রেডের জন্য]

[Tap = Diameter of Bolt or Diameter of Tap]

২) বিভিন্ন প্রকার স্ট্যান্ডার্ড থ্রেডের জন্য ছিদ্র করতে নিম্নলিখিত নিয়মগুলো দ্বারা ড্রিলের মাপ নির্ণয় করা যায়।

ইঞ্চিতে : ড্রিলের মাপ = ট্যাপের ডায়ামিটার মাপ - $\frac{1.28}{\text{ট্যাপের প্রতি ইঞ্চিতে থ্রেডের}}$

অথবা ড্রিলের মাপ = ট্যাপের ডায়ামিটার মাপ - (পিচ মাপ × 1.28)

মিলিমিটারে: ড্রিলের মাপ = ট্যাপের ডায়ামিটার - 2 × থ্রেডের গভীরতা × পিচ মাপ।

অথবা ড্রিলের মাপ = ট্যাপের ডায়ামিটার × 0.8।

১) ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড হুইটওয়ার্থ থ্রেডের ক্ষেত্রে

Tap Size drill = Tap - 2 × 6403P [∴ 0.6403P = Depth of B.S.W]

= Tap - 1.2896P

$= \text{Tap} - \frac{1.28806}{\text{T.P.I}}$ [∴ Pitch = $\frac{1}{\text{T.P.I}}$] [T.P.I. = Taper per inch]

২) ব্রিটিশ এসোসিয়েশন থ্রেডের ক্ষেত্রে: ট্যাপ সাইজ ড্রিল (Tap Size drill) ঃ = Tap – 2 × Depth

= 2 × 0.6 P [P = pitch] = Tap – 1.2P

$= \text{Tap} - \frac{1.2}{\text{T.P.I}}$ [∴ Pitch = $\frac{1}{\text{T.P.I}}$]

৩) **মেট্রিক থ্রেডের ক্ষেত্রে:** ট্যাপ সাইজ ড্রিল (Tap size drill) বা Tap drill size = Tap – Pitch

৪) **স্কয়ার থ্রেডের ক্ষেত্রে:** ট্যাপ সাইজ ড্রিল = Tap – 2 × Depth

$$= Tap - 2 \times .5P = Tap - 1.0P = Tap - \frac{1}{T.P.I} \quad [pitch = \frac{1}{T.P.I}]$$

৫) **একমি থ্রেডের ক্ষেত্রে:** ট্যাপ সাইজ ড্রিল = Tap – 2 × Depth = Tap – 2 × .5P - 0.01

$$= Tap - 1.0P + 0.01$$

$$= Tap - \frac{1}{T.P.I} + 0.01$$

⊙ স্ক্রু-থ্রেড এর ব্যবহার নিম্নে প্রদত্ত হলো

১) যন্ত্রের গতি শক্তি প্রেরণ করার জন্য, এটা ঘূর্ণন গতি শক্তি থেকে সরল রৈখিক গতি শক্তিতে পরিবর্তন করা হয়।
যেমন: স্কয়ার ও একমি থ্রেড

২) দুই বা ততোধিক বস্তুকে একসঙ্গে অস্থায়ী ভাবে আবদ্ধ বা সংযোজন করার জন্য।
যেমন: নাট, বোল্ট ও মেশিন স্ক্রু ইত্যাদি।

৩) নির্ভুল বা সূক্ষ্ম ভাবে মাপ জানা বা স্থান নির্দ্দিষ্ট করার জন্য।
যেমন: মাইক্রোমিটারের থ্রেড ঘুরিয়ে এর সরানোর স্থান, দৈর্ঘ্য ও গভীরতা মাপা হয়।

৪) সংযুক্ত বস্তুকে একই অবস্থায় অপরিবর্তিত রাখার জন্য।

৫) কোন কিছুর ওজন বা ভারকে বহন বা প্রতিরোধ করার জন্য। যেমন: স্ক্রু জ্যাক।

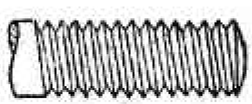
৬) বস্তুকে তাড়াতাড়ি সংযোগ অথবা পৃথক করার জন্য।
যেমন: ডবল ও ট্রিপল থ্রেডেড নাট ও বোল্ট।

১৬.২ স্ক্রু-থ্রেড এর প্রকারভেদ

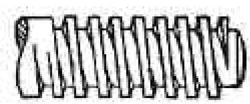
থ্রেড প্রধানত দুই শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা

১। 'ভি' থ্রেড (Vee Thread) (চিত্র ১৬.২.১)

২। স্কয়ার থ্রেড (Square Thread) (চিত্র ১৬.২.২)



চিত্র ১৬.২.১ 'ভি' থ্রেড



চিত্র ১৬.২.২ স্কয়ার থ্রেড

১। 'ভি' থ্রেডের অন্তর্ভূক্ত থ্রেডসমূহ

১) ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড হুইটওয়ার্থ থ্রেড (British Standard whit worth Thread - B.S.W).

২) ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড ফাইন থ্রেড (British Standard Fine Thread-B.S.F)

৩) ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড পাইপ থ্রেড (British Standard Pipe Thread) (B.S.P)

৪) ব্রিটিশ এসোসিয়েশন থ্রেড (British Association Thread-B.A.)

৫) আমেরিকান ন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড (American National Standard Thread)

ক) আমেরিকান ন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড কোর্স থ্রেড
(American National Standard Coarse Thread)

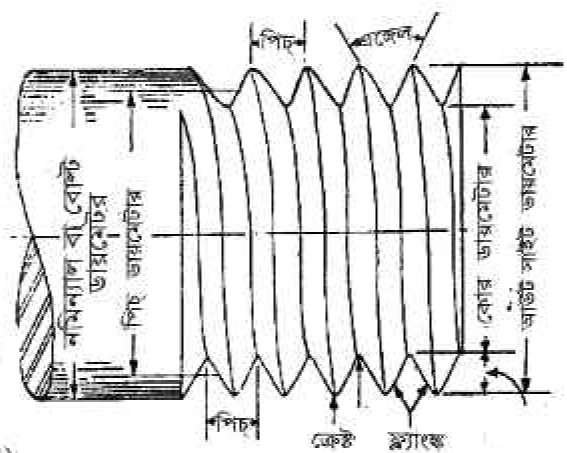
খ) আমেরিকান ন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড ফাইন থ্রেড
(American National Standard Fine Thread)

২০২৫

৬) ইন্টারন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড বা ইউনিফায়েড থ্রেড
(International Standard Thread or Unified Thread -U.N.)
ক) ইউনিফায়েড কোর্স থ্রেড (Unified Coarse Thread - U.N.C)
খ) ইউনিফায়েড ফাইন থ্রেড (Unified Fine Thread-U.N.F)
৭) মেট্রিক থ্রেড (Metric Thread)
ক) মেট্রিক কোর্স পিচ থ্রেড (Metric Coarse Pitch Thread)
খ) মেট্রিক ফাইন পিচ থ্রেড (Metric Fine Pitch Thread)

২। স্কয়ার থ্রেডের পর্যায়ভুক্ত থ্রেড। যথা :
১) একমি থ্রেড (Acme Thread)
২) বাট্রেস থ্রেড (Buttress Thread)
৩) নাকল থ্রেড (Knuckle Thread)

১৬.৩ স্ক্রু-থ্রেড এর টার্মসমূহ



চিত্র ১৬.৩.১ স্ক্রু-স্পেসিফিকেশন

১) ক্রেস্ট (Crest): ক্রেস্ট অর্থ শীর্ষ। থ্রেডের সন্নিহিত দুইটি পার্শ্বভাগ উপরের দিকে মিলিত হয়ে এটা উৎপন্ন করে।

২) রুট (Root): রুট অর্থ মূল। থ্রেডের সন্নিহিত দুইটি পার্শ্বভাগ নিচের দিকে মিলিত হয়ে এটা উৎপন্ন করে।

৩) ফ্লাঙ্ক (Flank): এটা থ্রেডের শীর্ষ (Crest) এবং মূলের (Root) অন্তরবর্তী পার্শ্বতলে অবস্থান করে।

৪) ডেপ্‌থ (Depth): ডেপ্‌থ অর্থ গভীরতা। অক্ষের এক সমকোণে গৃহীত, থ্রেডের শীর্ষ থেকে মূল পর্যন্ত যে দূরত্ব মাপ পাওয়া যায়, ওটাকেই থ্রেডের ডেপ্‌থ বলা হয়। এর মান 'পিচ' এর (বা-বোল্টের ডায়ামিটারের) উপর নির্ভর করে।

৫) পিচ (Pitch)
ক) একটি থ্রেডের শীর্ষের কেন্দ্র থেকে ঠিক পরবর্তী থ্রেডের শীর্ষের কেন্দ্র পর্যন্ত অথবা একটি থ্রেডের মূল (Root) এর কেন্দ্র থেকে ঠিক পরবর্তী থ্রেডের মূল এর কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব (ইঞ্চি বা মিলিমিটারে) মাপকে থ্রেডের পিচ বলা হয়।
খ) একটি নাট-কে বোল্টের উপরের দিক থেকে পূর্ণ এক পাক ঘুরালে, ঐ নাট নিচের দিকে যে পরিমাণ নেমে যায় বা উপরের দিকে আসে (ইঞ্চি বা মিলিমিটারে) এটাই পিচ।
গ) প্রতি ইঞ্চিতে বা মিলিমিটারে যে সংখ্যক থ্রেড বর্তমান ঐ থ্রেডের সংখ্যা দ্বারা 1-কে ভাগ করলে যে ভাগফল পাওয়া যায়, ওটাই পিচ। যেমন :

$$\text{পিচ} = \frac{1}{\text{প্রতি ইঞ্চিতে থ্রেডের সংখ্যা (T.P.I.)}}$$ [T.P.I. = Thread Per Inch]

$$\text{পিচ} = \frac{1}{\text{প্রতি মি.মি.এ থ্রেডের সংখ্যা (T.P.m.m)}}$$ [T.P.mm = Thread Per Millimeter]

৬) **অ্যাঙ্গেল (Angle):** অ্যাঙ্গেল অর্থ কোণ। দুইটি থ্রেডের সন্নিহিত পার্শ্বভাগ দ্বারা রুট এর সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে। এটা তা নির্দিষ্ট মানের থ্রেডে এ কোণ বিভিন্ন মাপের হয়ে থাকে।

৭) **নমিনাল ডায়ামিটার (Nominal Diameter):** স্ক্রু থ্রেড তৈরি করার পূর্বে বোল্ট ও স্ক্রু ইত্যাদি যে মাপের হয়ে থাকে, তাকে নমিনাল ডায়ামিটার বা বোল্ট ডায়ামিটার বলে।

৮) **আউট সাইড ডায়ামিটার (Out Side Diameter):** একে মেজর ডায়ামিটার (Major diameter) ও বলা হয়। থ্রেডের বিপরীত দুইটি শীর্ষের লম্বভাবে গৃহীত ব্যবধানকে আউট সাইড ডায়ামিটার বলে।

৯) **কোর ডায়ামিটার (Core Diameter):** বিপরীত দুইটি রুট এর লম্বভাবে গৃহীত দূরত্ব মাপকে কোর ডায়ামিটার বলে। একে রুট ডায়ামিটার বা মাইনর ডায়ামিটারও বলা হয়ে থাকে।
কোর ডায়ামিটার (থ্রেডের আউট সাইড ডায়ামিটার - থ্রেডের গভীরতার দ্বিগুণ)।

১০) **পিচ ডায়ামিটার (Pitch Diameter):** বিপরীত দুইটি থ্রেডের অর্ধেক গভীরতা নিয়ে লম্বভাবে যে দূরত্ব মাপ হয়, একে পিচ ডায়ামিটার বলে। এটা থ্রেডের বাহিরের ডায়ামিটার হতে এক দিকের গভীরতাকে বিয়োগ করে পাওয়া যায়।
পিচ ডায়ামিটার = (আউট সাইড ডায়ামিটার - থ্রেডের গভীরতা)।

১৬.৪ এক্সটারনাল ও ইন্টারনাল স্ক্রু-থ্রেড সনাক্তকরণ (Identity of External and Internal Screw Thread)

⊙ এক্সটারনাল স্ক্রু-থ্রেড বা বাইরের স্ক্রু-প্যাঁচ (External Thread)

কোন সিলিন্ড্রিক্যাল বস্তুর বাইরের পরিধিতে কুন্ডলী আকারে অবস্থিত একই ধরনের ক্রমাগত উত্থিত শিরোদেশকে বাইরের প্যাঁচ বা এক্সটারনাল থ্রেড (External Thread) বলা হয়। যেমন ঃ বোল্ট ও লীড স্ক্রু ইত্যাদি।

⊙ ইন্টারনাল স্ক্রু-থ্রেড বা ভিতরের স্ক্রু-প্যাঁচ (Internal Thread)

কোন বস্তু একটি বৃত্ত আকৃতি ছিদ্রের ভিতরের পরিধিতে কুন্ডলী আকারে অবস্থিত একই ধরনের ক্রমাগত উত্থিত শিরদেশকে ভিতরের প্যাঁচ বা ইন্টারনাল থ্রেড বলে।

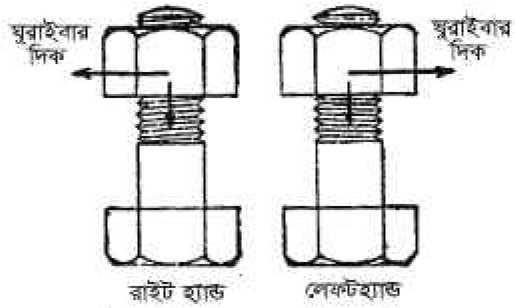
ডান হাতি ও বাম হাতি স্ক্রু-থ্রেড সনাক্তকরণ

⊙ **ডান হাতি থ্রেড (Right Hand Thread)**

যে থ্রেড, বোল্টের উপর বাম দিকে হেলানো করে তৈরি করা হয়, অর্থাৎ বোল্টের উপরে নাটটিকে উপরের দিক থেকে ডান দিকে ঘুরালে নাট নিচের দিকে নামে, তাকে ডান হাতি থ্রেড বলা হয়।

⊙ **বাম হাতি থ্রেড (Left Hand Thread)**

যে থ্রেড, বোল্টের উপর ডান দিকে হেলানো করে তৈরি হয়, অর্থাৎ বোল্টের উপর নাটকে উপরের দিক থেকে বাম দিকে ঘুরালে, নাট নিচের দিকে নামে, তাকে বামহাতি থ্রেড বলা হয় (চিত্র ১৬.৪.১)।



চিত্র ১৬.৪.১ ডান ও বাম হাতি থ্রেড

⊙ **সিঙ্গেল ও মালটিপল থ্রেড (Single and Multiple Thread)**

লিড (Lead)

নাটকে বোল্টের উপর পূর্ণ একপাক ঘুরালে, এটা যতটুকু স্থান অক্ষের দিকে অগ্রসর হয়, ঐ দৈর্ঘ্যকে লিড (Lead) বলে।

⊙ **সিঙ্গেল থ্রেড (Single Thread)**

কোন বস্তুর উপর যখন একটি মাত্র থ্রেড ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে অগ্রসর হয়, তখন একে সিঙ্গেল থ্রেড বলে। সাধারণত এই প্রকার থ্রেডই অধিকাংশস্থলে ব্যবহৃত হয়ে থাকে (চিত্র ১৭.৫)। সিঙ্গেল থ্রেডের বেলায়,

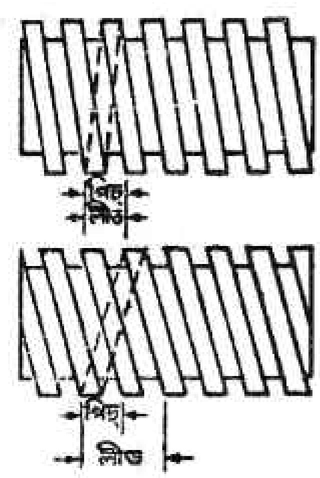
লিড $= 1 \times$ পিচ

⊙ **মালটিপল থ্রেড অথবা ডবল ও ট্রিপল থ্রেড (Multiple or Double and Triple Thread)**

কোন বস্তুর উপর যখন দুইটি বা তিনটি থ্রেড ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে অগ্রসর হয়, তখন একে মালটিপল বা ডবল ও ট্রিপল থ্রেড বলে। দ্রুত শক্তি পরিবহনের উদ্দেশ্যে এটা ব্যবহৃত হয়। এটা হ্যান্ড বা বল প্রেস (Hand or Ball Press), ফাউনটেন পেনের ক্যাপ এ এটা ব্যবহৃত হয় (চিত্র ১৭.৫)।

ডবল থ্রেড এ লিড $= 2 \times$ পিচ

ট্রিপল থ্রেড এ লিড $= 3 \times$ পিচ



চিত্র ১৬.৪.২ সিঙ্গেল ও মালটিপল থ্রেড

⊙ থ্রেডেড ফ্যাসেনার (Threaded Fastener)
ফ্যাসেনিং (Fastening)

দুই বা ততোধিক যন্ত্রাংশ কোন উপকরণের ব্যবহারে সংযোজন করার পদ্ধতিকে ফ্যাসেনিং বলে।

⊙ ফ্যাসেনার (Fastener)

দুই বা ততোধিক যন্ত্রাংশ সংযোজন করার উপকরণই ফ্যাসেনার (Fastener)।

⊙ ফ্যাসেনারকে প্রধানত দুই ভাগে বিভক্ত করা হয়। যথা

১। স্থায়ী বন্ধনী (Permanent Fastener)
২। অস্থায়ী বন্ধনী (Temporary Fastener)

১। স্থায়ী বন্ধনী (Permanent Fastener)

এ প্রকার বন্ধনী দ্বারা ইঞ্জিনিয়ারিং দুইটি যন্ত্রাংশকে স্থায়ীভাবে সংযোজন করা হয়। যদি একে খোলার দরকার হয়, তবে একে ভাঙ্গার প্রয়োজন হয়। যেমনঃ সোল্ডারিং (Soldering), ব্রেজিং (Brazing) এবং ওয়েল্ডিং (Welding) ইত্যাদি। স্থায়ী বন্ধনীকে আরও এক প্রকার ব্যবহার করা হয়। এর নাম অর্ধ স্থায়ী বন্ধনী (Semi-Permanent) ফ্যাসেনার।

⊙ অর্ধ স্থায়ী বন্ধনী (Sami Permanent Fastener)

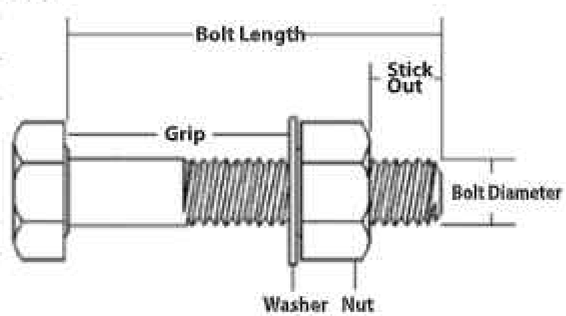
এ বন্ধনী স্থায়ী বন্ধনীর ন্যায়। তবে ইঞ্জিনিয়ারিং যন্ত্রাংশ সংযোজন ও বিয়োজন করার প্রয়োজন হলে, এটাকে না ভেঙ্গে, খুলে পুনরায় নতুন করে সংযোজন করা সম্ভব হয়। একেই অর্ধ স্থায়ী বন্ধনী বলে। যেমন ঃ রিভেটিং (Riveting)।

২। অস্থায়ী বন্ধনী (Temporary Fastener)

এ প্রকার বন্ধনী দ্বারা দুইটি বস্তুকে অস্থায়ীভাবে সংযোজন করা হয়। একে না ভেঙ্গে সহজেই খোলা যায়। মাঝে মাঝে পরিবর্তন করা হয়, এমন ধরনের যন্ত্রাংশে এটা ব্যবহৃত হয়। যেমন ঃ বোল্ট (Bolt), নাট (Nut), স্টাড (Studs), কী (Key), কটার (Cotters) ও পিন (Pin) ইত্যাদি।

১৬.৫ নাট ও বোল্ট সম্পর্কে জ্ঞাত হওয়া (Nut and Bolt)

দুইটি অংশকে অস্থায়ীভাবে যুক্ত করতে বোল্ট এবং নাট ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এর সুবিধা এই যে, যখন প্রয়োজন তখনই অংশ দুইটিকে সহজে পৃথক বা যুক্ত করা যায় এবং একই নাট ও বোল্টকে বারবার ব্যবহার করা যায়। নিচে প্রথমে নাট এবং পরে বোল্ট অংকন ও ব্যবহার সম্পর্কে আলোচনা করা হলো (চিত্র ১৬.৫)।



চিত্র ১৬.৫ নাট ও বোল্ট

⊙ নাট (Nut)

সাধারণ নাট মাইল্ড স্টিল (Mild Steel) দিয়ে তৈরি এবং ষটকোণ (Hexagonal) বা চতুষ্কোণ (Square) প্রিজমের ন্যায় গঠন-বিশিষ্ট হয়। স্প্যানার (Spanner) দ্বারা স্বল্প কোণে ধারণ করে স্বল্প কোণে ঘুরাতে সুবিধা হয় বলে, ষটকোণ নাটই সাধারণ কাজে বেশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

⊙ নাটের মাপ

নাটের মাপ দ্বারা যে ডায়ামিটারের বোল্টের সাথে এর মিল হয়, এটাকে বোঝায়। যেমন- 20 মি.মি. ডায়ামিটোরের একটি বোল্টের সাথে যে নাটের মিল হয়, এটার মাপ 20 মি.মি.। নাটের ছিদ্রের ডায়ামিটার মাপ থেকেও এটা স্থূলভাবে নির্ণয় করা যায়।

বোল্টের ন্যায় নাটও কতকগুলো নির্দিষ্ট আনুপাতিক মাপে তৈরী হয়ে থাকে। এদেরকে স্ট্যান্ডার্ড নাট (Standard Nut) বলে। যেমন- হুইটওয়ার্থ স্ট্যান্ডার্ড নাট (Whitworth Standard Nut)। নাটের ছিদ্রের সমগ্র স্থানেই স্ক্রু-থ্রেড করা থাকে। কোন নাটের সম্পূর্ণ বিবরণ দিতে হলে, এর আকার, যে ডায়ামিটারের বোল্টের সাথে এর মিল হবে সেই মাপ, বাইরের গঠন এবং ভিতরের স্ক্রু-থ্রেড কোন স্ট্যান্ডার্ড-এর ইত্যাদি উল্লেখ করা প্রয়োজন হয়। যেমন- ষটকোণাকার এবং মেট্রিক মাপ সংক্রান্ত 20 মি.মি. মাপের একটি নাটের পরিচয় "Hex Nut M20" রূপে দেওয়া নিয়ম।

⊙ নাটের শ্রেণি বিভাগ (Classification of Nut)

নাট প্রধানত নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে। যথা

১) হেক্সাগনাল নাট বা ষড়ভুজাকার নাট (Hexagonal Nut)।
২) স্কয়ার নাট বা চতুর্ভূজাকার নাট (Square Nut)।
৩) হেক্সাগনাল ফ্লেঞ্জড নাট (Hexagonal Flanged Nut)।
৪) হেক্সাগনাল ফ্লেঞ্জড ক্যাপ নাট (Hexagonal Flanged Cap Nut)।
৫) ক্যাসল নাট (Castle Nut)।
৬) স্লটেড নাট (Slotted Nut)।
৭) লক নাট (Lock Nut)।
৮) ও (৯) রাউন্ড নাট (Round Nut)।
১০) থাম্ব নাট বা উইং নাট (Thumb Nut or Wing Nut)।

⊙ নিম্নে বিভিন্ন প্রকারের নাটের চিত্র দেওয়া হলো



চিত্র ১৬.৫.১

⊙ **ষটকোণ (Hexagonal) নাটের আনুপাতিক মাপ**

নাটের মাপ যদি D হয়, তা হলে এর আনুপাতিক মাপ

নাটের উচ্চতা = D, মেট্রিক মাপের ক্ষেত্রে উচ্চতা = 0.8D ।

সমান্তরাল পার্শ্বভাগ দুইটির ব্যবধান (Width Across Two Flat Sides) = 1.75D (স্থূলভাবে) ।

মেট্রিক মাপের ক্ষেত্রে এ ব্যবধান 1.5 D থেকে 1.5 D+3 মি.মি. ।

বিপরীত কোণ দুইটির ব্যবধান (Distance Across Corners) =2D

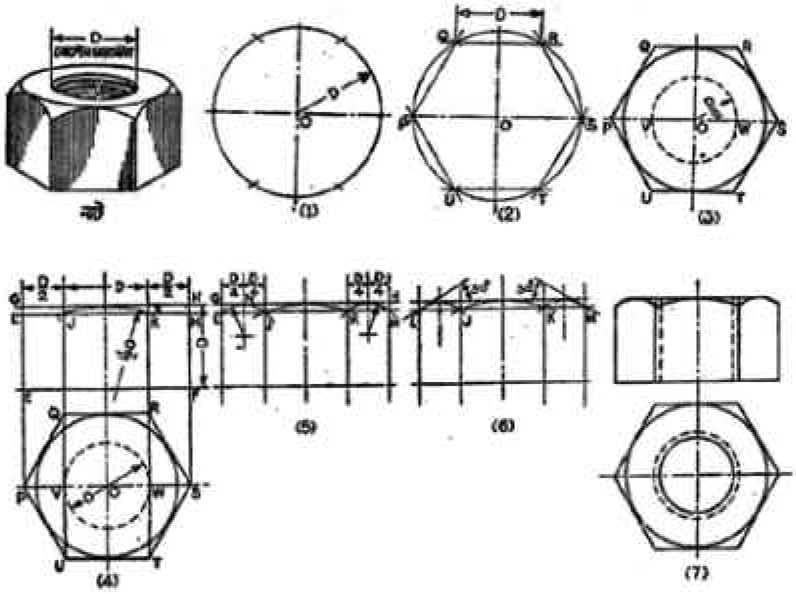
ঢাল সূচক রেখার কোণ (Angle of Chamfer Lines)= 30° বা 45°

ঢালের বৃত্ত-চাপ (Chamfering Arc) অংকনের ব্যাসার্ধ = 1.2 D বা 1.5 D

(ব্যবহারিক ড্রইং-এ অনেক ক্ষেত্রে ব্যাসার্ধ কেবল D নেওয়া হয়) ।

১৬.৬ প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে ষটকোণ নাট অঙ্কন

প্রথমে প্লান অংকন করার জন্য এক সমকোণে ছেদ করিয়ে অনুভূমিক এবং উল্লম্ব দুইটি কেন্দ্র-রেখা টানি। এদের ছেদ-বিন্দু O-কে কেন্দ্র এবং D অর্থাৎ নাটের মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি (চিত্র-১)। পরে এর মধ্যে PQRSTU একটি ষড়ভুজ অঙ্কন করি। এই ষড়ভুজের প্রত্যেকটি বাহু ডায়ামিটার D এর সমান হবে (চিত্র-২)।



চিত্র ১৬.৬.১ হেক্সাগোনাল নাটের প্রথম কোণীয় প্রজেকশন

এখন O-কে কেন্দ্র এবং এ ষড়ভুজের প্রত্যেকটি বাহুকে স্পর্শ করিয়ে ভিতরে ঢাল-সূচক (Chamfering Circle) একটি বৃত্ত অংকন করি। পুনরায়, এ O-কেই কেন্দ্র এবং D- এর অর্ধেক ব্যাসার্ধ নিয়ে ছিন্ন রেখা দিয়ে আর একটি বৃত্ত অংকন করি। এটি নাটের মধ্যস্থিত স্ক্রু-থ্রেডের ভিতরের ডায়ামিটার বা বোল্টের বাইরের ডায়ামিটারকে সূচিত করে। এটি অনুভূমিক কেন্দ্র-রেখাটিকে V ও W বিন্দুতে ছেদ করল (চিত্র-৩)।

২০২৫

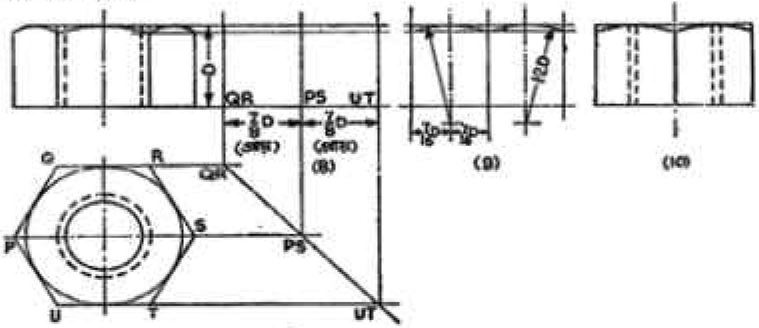
এবার সম্মুখ এলিভেশন দৃশ্য অংকনের জন্য ষড়ভুজটির QR বাহুর উপরে EF একটি অনুভূমিক রেখা টেনে ষড়ভুজটির প্রত্যেকটি কোণ-বিন্দু থেকে এবং ভিতরের বৃত্তটির দুইটি প্রান্ত V ও W হতে উপরের দিকে উল্লম্ব প্রজেকশন রেখা টানি। রেখাগুলো পরস্পর মিলে যাওয়ায় শেষ পর্যন্ত মোট ৪টি রেখা পাওয়া গেল। PV এবং WS-এর দৈর্ঘ্য D মাপের অর্ধেক। এখন EF রেখা থেকে D মাপ উর্ধ্বে (যেহেতু নাটের উচ্চতা D এর সমান) এর সমান্তরালরূপে GH একটি সরল রেখা টানি। এ রেখা উল্লম্ব কেন্দ্র-রেখাটিকে যে বিন্দুতে ছেদ করল তাতে নিচের দিকে এ কেন্দ্র-রেখাটির উপর D-এর 1.5গুণ (D-এর 1.2 গুণ বা D-এর সমান দৈর্ঘ্য নেয়ার রীতিও চালু আছে) সমান দৈর্ঘ্য কেটে নিই। পরে, এই ছেদ-বিন্দুকে কেন্দ্র এবং ঐ একই মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এটি Q এবং R থেকে টানা প্রজেকশন রেখা দুইটিকে যথাক্রমে J এবং K বিন্দুতে ছেদ করল। J,K-কে যুক্ত করে একটি সরলরেখা টানি এবং তাকে উভয় দিকে বর্ধিত করি। এ রেখা EQ ও FH-কে যথাক্রমে L ও M বিন্দুতে ছেদ করল (চিত্র-৪)।

এবার LJ ও KM রেখাকে সমদ্বিখণ্ডিত করে লম্ব টানি। এটি GH রেখাকে N বিন্দুতে ছেদ করল। এখন, এই লম্ব দ্বিখণ্ডকটির উপর কেন্দ্র রেখে এবং L, N ও J বিন্দু তিনটির মধ্য দিয়ে একটি বৃত্ত চাপ অংকন করি। অনুরূপভাবে, KM স্থানেও একই ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ অংকন করি (চিত্র-৫)।

এখন, LJ এবং KM স্থানে অংকিত বৃত্তচাপ দুইটিকে স্পর্শ করিয়ে 30° কোণে স্পর্শক রেখা টানি। (45° কোণে স্পর্শক টানার নিয়মও চালু আছে) এ রেখা ঢাল-সূচক (Chamfering Line) রেখা অঙ্কিত হলো (চিত্র-৬)

এবার স্ক্রু-থ্রেডের কোর ডায়ামিটার মাপ নির্ণয় করার জন্য D মাপের অর্ধেক থেকে থ্রেডের গভীরতা মাপ বিয়োগ করি। এ বিয়োগফল সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে (মেট্রিক মাপের ক্ষেত্রে 0.85 সমান মাপের ব্যাসার্ধ রূপে) পূর্বাঙ্কিত প্লানে অর্থাৎ (চিত্র-৪)-এ পূর্ণ রেখা দিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি।

এখন এ বৃত্তটির এবং পূর্বাঙ্কিত ছিন্ন রেখার বা পূর্ণ রেখার ভগ্ন বৃত্তটির উভয় প্রান্ত থেকে প্রজেকশন রেখা টেনে সম্মুখ এলিভেশনে ৪টি ছিন্ন রেখা টানি। কারণ এটি বাইরে থেকে দেখা যায় না। শেষে সম্পাদনী রেখাগুলোকে মুছে ফেলি। ফলে (চিত্র-৭) নাটটির প্লান ও সম্মুখ এলিভেশন অংকিত হলো।



চিত্র ১৬.৬.২

২০২৫

এবার বামপ্রান্তিক দৃশ্য (চিত্র ১৬.৬.২) অংকনের জন্য প্লান ও সম্মুখ এলিভেশনের প্রত্যেকটি কোণ-বিন্দু থেকে সাধারণ নিয়ম অনুযায়ী 45° কোণে অঙ্কিত রেখার মাধ্যমে উল্লম্ব প্রজেকশন রেখা টানি। এতে ভূমির কোণ-বিন্দু তিনটি QR, PS ও UT হলো।

যেহেতু প্লানের QR ও UT রেখা দুইটির ব্যবধান = ষড়ভুজের দুইটি বিপরীত সমান্তরাল বাহুর দূরত্ব এবং এটি D এর 1.73 গুণ (অর্থাৎ স্থূলভাবে, D-এর প্রায় 0.875 গুণ হয় (চিত্র-৮)।

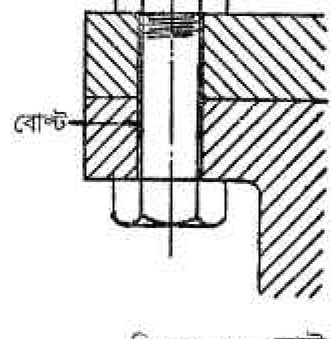
এখন QR-PS এবং PS-UT এই রেখা দুইটির লম্ব-দ্বিখণ্ডক টানি এবং D-এর 1.2 গুণ দৈর্ঘ্য মাপকে ব্যাসার্ধ রূপে (চিত্র-৫)-এর প্রণালিতে উভয় দিকে দুইটি বৃত্ত-চাপ অংকন করি (চিত্র-৯)।

সর্বশেষে নাটের মধ্যস্থিত স্ক্রু-থ্রেড ও ছিদ্রের জন্য কেন্দ্র-রেখার উভয় দিকে ছিদ্রের ব্যাসার্ধ মাপ দূরে স্ক্রু-থ্রেডের আউট সাইড ডায়ামিটার বা বাইরের ব্যাস সূচক দুইটি এবং এটি থেকে স্ক্রু-থ্রেডের গভীরতা মাপ ভিতরের দিকে স্ক্রু-থ্রেডের 'কোর ডায়ামিটার' সূচক দুইটি, মোট চারটি ছিন্ন রেখা টানি। পরিশেষে সম্পাদনী রেখাগুলা মুছে ফেললে (চিত্র ১০) অংকনীয় বাম প্রান্তিক দৃশ্য হলো।

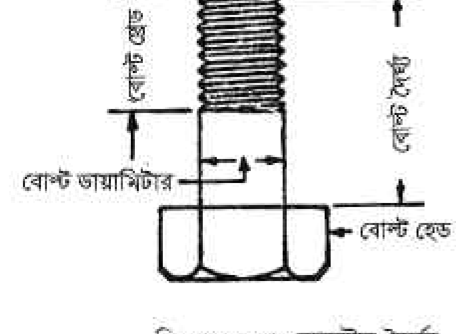
⊙ বোল্ট (Bolt)

সাধারণত মাইল্ড স্টিল দিয়ে বোল্ট তৈরি করা হয় এবং এর মাথা ষটকোণ (Hexagonal), চতুষ্কোণ (Square) ইত্যাদি আকারের হয়। এদের মধ্যে ষটকোণ মাথা-বিশিষ্ট বোল্টই ইঞ্জিন, মেশিন ইত্যাদিতে এবং সাধারণ কাজে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। প্লামার ব্লক (Plummer Block) এবং অন্য যে স্থানে বোল্টের মাথাকে ভিতরে রাখা প্রয়োজন হয়, সেখানে চতুষ্কোণ মাথা-বিশিষ্ট (Square Headed) বোল্ট বেশি উপযোগী হয়।

বোল্ট এবং নাটের সাহায্যে যে দুইটি অংশ যুক্ত করা হয় এদের কোনটিতেই স্ক্রু-থ্রেড করা থাকে না, কেবল ছিদ্র থাকে। ছিদ্রের মধ্য দিয়ে বোল্ট যাতে সহজে যাতায়াত করতে পারে, এই উদ্দেশ্যে ঐ ছিদ্রের ব্যাস বা ডায়ামিটারকে বোল্টের ব্যাস বা ডায়ামিটার মাপ অপেক্ষা সামান্য (প্রায় 2 মি.মি. পরিমাণ) বেশি রাখা হয় (চিত্র ১৬.৬.৩)। বোল্টের সাথে নাট ব্যবহার করার সময় বোল্ট যাতে ঘুরে না যায় এ জন্য বোল্টের মাথাকে একটি স্প্যানারের সাহায্যে ধারণ করে নিতে হয়।



চিত্র ১৬.৬.৩ বোল্ট



চিত্র ১৬.৬.৪ বোল্টের দৈর্ঘ্য

⊙ বোল্টের দৈর্ঘ্য (Length of Bolt)

'বোল্টের দৈর্ঘ্য' এ কথা দ্বারা এর মাথার উচ্চতা বাদে অবশিষ্ট অংশের দৈর্ঘ্যকে বোঝায় (চিত্র ১৬.৬.৪)। নাটের মত বোল্টের মাথা এবং স্ক্রু-থ্রেডও সাধারণত কয়েকটি নির্দিষ্ট আনুপাতিক মাপে তৈরি করা হয়। এই প্রকার বোল্টকে স্ট্যান্ডার্ড বোল্ট (Standard Bolt) বলে।

বোল্টের বিবরণ দিতে হলে এটা কোন্ ধাতু দ্বারা তৈরি, কোন আকারের মাথা বিশিষ্ট দৈর্ঘ্য কত, কতটুকু স্থানে স্ক্রু-থ্রেড বর্তমান, স্ক্রু-থ্রেড কোন স্ট্যান্ডার্ডের (Standard) ইত্যাদি বিষয় উল্লেখ করা প্রয়োজন হয়। উদহারণ স্বরূপ, মেট্রিক মাপ স্থলে, নাট সহ 70 মি.মি. দীর্ঘ ষটকোণাকার 18 মি.মি. মাপের একটি বোল্টের পরিচয় **'Hex Bolt M 18×70N'** রূপে দেওয়া হয়ে থাকে।

⊙ ষটকোণ মাথা বিশিষ্ট বোল্টের (Hexagonal Headed Bolt) আনুপাতিক মাপ

বোল্টের ডায়ামিটার যদি D হয়, তাহলে এর মাথার আনুপাতিক মাপঃ

মাথার উচ্চতা = $\mathbf{0.875 \times D}$ (মেট্রিক মাপের ক্ষেত্রে $\mathbf{0.66 \times D}$)

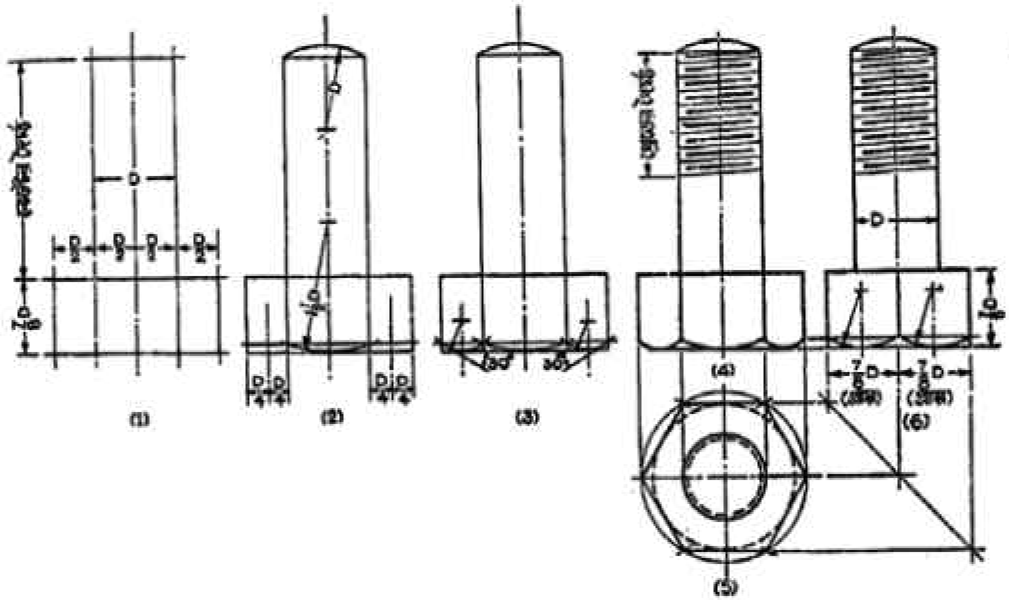
স্ক্রু-থ্রেড করা স্থানের দৈর্ঘ্য = $\mathbf{1.5 \times D}$ থেকে $\mathbf{2} \times D$

অন্যান্য অনুপাত ও তথ্য পূর্ব লিখিত ষটকোণ নাট (Nut) এর অনুরূপ। ষটকোণ নাটের মত ষটকোণ মাথাবিশিষ্ট বোল্টের বেলায়ও সম্মুখ এলিভেশন দৃশ্যে তিনটি পার্শ্বভাগ এবং প্রান্তিক দৃশ্যে দুইটি পার্শ্বভাগ দেখিয়ে অংকন করা নিয়ম।

⊙ প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে ষটকোণ মাথা-বিশিষ্ট বোল্ট অংকন

প্রথমে সম্মুখ এলিভেশন দৃশ্য অংকনের জন্য একটি উল্লম্ব অক্ষ-রেখা টেনে এর সমান্তরালরূপে এবং D মাপের অর্ধেক দূরত্বে বাম ও ডান দিকে দুইটি করে মোট চারটি সরলরেখা টানি। পরে এদেরকে ছেদ করিয়ে যথাক্রমে নিচের দিকে একটি, এটি থেকে D-এর **0.875** গুণ মাপ উঁচুতে একটি এবং এ রেখাটি থেকে বোল্টের দৈর্ঘ্য মাপ উপরে আরও একটি অনুভূমিক সরলরেখা টানি (চিত্র-১)।

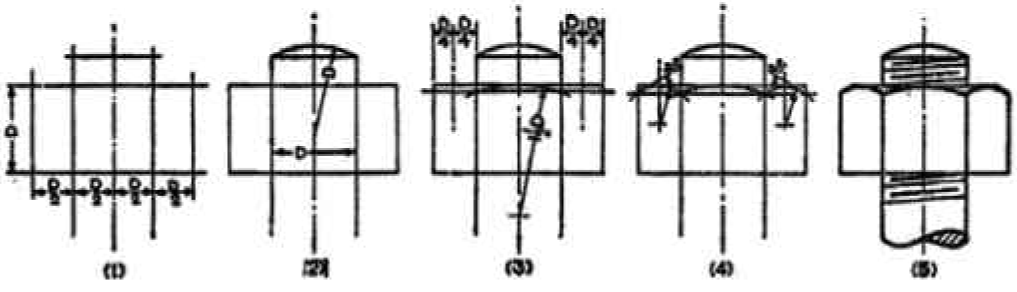
এবার বোল্টটির প্রান্ত অংকনের জন্য সর্বশেষের এ অনুভূমিক রেখাটির এবং বৃহত্তর উল্লম্ব রেখাদ্বয়ের ছেদ-বিন্দুকে কেন্দ্র এবং D কিংবা **1.25 D** মাপকে (এখানে, D মাপকে নেওয়া হয়েছে) ব্যাসার্ধ রূপে একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এটি কেন্দ্র-রেখাটিকে যে বিন্দুতে ছেদ করল, তাকে কেন্দ্র এবং ঐ D মাপকেই ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। (মেট্রিক মাপ সংক্রান্ত বোল্টের ক্ষেত্রে, প্রান্তটিকে এই প্রকার গোলাকার না দেখিয়ে **0.15 D** মাপ উচ্চতায় $\mathbf{45^\circ}$ কোণে ঢাল-রেখা টেনে সমতল আকারের দেখানোর নিয়ম ও চালু আছে) এখন সর্বাপেক্ষা নিচের অনুভূমিক রেখাটি কেন্দ্র রেখাকে যে বিন্দুতে ছেদ করেছে তা থেকে **D** এর **1.5** গুণ মাপ উঁচুতে কেন্দ্র-রেখাটির উপরে একটি বিন্দু নিয়ে একে কেন্দ্র এবং ঐ **1.5 D** মাপকে ব্যাসার্ধরূপে একটি বৃত্ত-চাপ (Chamfering arc) অংকন করি (চিত্র-২)।



চিত্র ১৬.৬.৫

এটি কেন্দ্র-রেখাটির উভয় পার্শ্বের বৃহত্তর রেখাদ্বয়কে যে দুইটি বিন্দুতে ছেদ করল, তাদেরকে যুক্ত করে একটি সরলরেখা টানি। এবার, পূর্ব বর্ণিত নাট অংকনের পদ্ধতিতে উভয় পার্শ্বে বৃত্তচাপ এবং 30° কোণে ঢাল-রেখা (Chamfering Line) টানি (চিত্র-৩)।

এখন পূর্বে স্ক্রু- থ্রেড অংকনের যে পদ্ধাতি এখানে বর্ণনা করা হয়েছে। তা অনুসরণ করে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্য পর্যন্ত স্ক্রু-থ্রেড সূচক রেখাগুলো টানি (চিত্র-৪)।



চিত্র ১৬.৬.৬

এবার বোল্টটির প্লান অংকনের জন্য সম্মুখ এলিভেশন থেকে নিচের দিকে প্রজেকশন রেখা টেনে কেন্দ্র-রেখাটিকে বর্ধিত করি। একটি অনুভূমিক কেন্দ্র-রেখা টেনে এদেরকে ছেদ করাই। এখন, এ কেন্দ্র-রেখা দুইটির ছেদ-বিন্দুকে কেন্দ্র এবং বোল্টের ডায়ামিটার মাপ D-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি। এই বৃত্তটি সর্বাপেক্ষা বাম ও ডান দিকের প্রজেকশন

রেখাকে যে যে বিন্দুতে স্পর্শ এবং ছেদ করল, তাদেরকে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করে একটি ষড়ভুজ অংকন করি। পরে এই ষড়ভুজটির বাহু কয়টিকে স্পর্শ করিয়ে ছিন্ন রেখার (Dotted Line) সাহায্যে ভিতরের দিকে একটি বৃত্ত অংকন করি। এটি ঢাল-সূচক (Chamfering Circle) বৃত্ত এবং উপর থেকে দেখা যায় না বলে একে ছিন্ন রেখা দ্বারা অংকন করা হলো। পুনরায় ঐ একই বিন্দুকে কেন্দ্র এবং D এর অর্ধেক মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি পূর্ণ রেখার বৃত্ত এবং বোল্টের ডায়ামিটার মাপের অর্ধ থেকে স্ক্রু-থ্রেডের গভীরতা মাপ বিয়োগ করলে যত হয়, ঐ মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি ছিন্ন রেখাবৃত্ত (কোর ডায়ামিটার সূচক) অংকন করি (চিত্র-৫)।

এখন পূর্বে নাট অঙ্কন সম্পর্কে (চিত্র-৯) বিষয়ে যে পদ্ধতি বর্ণিত হয়েছে তা অনুসরণ করে বোল্টটির বাম প্রান্তিক দৃশ্য অংকন সম্পূর্ণ করি (চিত্র-৬)।

দ্রষ্টব্য ঃ বোল্টের সাথে নাট যুক্ত অবস্থায় থাকলে প্লান, এলিভেশন ইত্যাদি দৃশ্যে সাধারণত স্ক্রু-থ্রেডের জন্য কোন ছিন্ন-রেখার বৃত্ত বা সরলরেখা টানা হয় না। (চিত্র ১৬.৬.৬) এ (১) থেকে (৫) দ্বারা সম্মুখ এলিভেশন অংকন করার পর্যায়ে দেখান হলো।

⊙ চতুষ্কোণ (Square) নাটের আনুপাতিক মাপ

নাটের মাপ D হলে, এর আনুপাতিক মাপ

নাটের উচ্চতা = D (মেট্রিক মাপ স্থলে এটি = **0.85D**)।

সমান্তরাল পার্শ্ব ভাগ দুইটির ব্যবধান = $1\frac{1}{2}D+\frac{1}{8}$ বা স্থুলভাবে = $1\frac{5}{8}D$.

মেট্রিক মাপ স্থলে, **1.5D** থেকে **1.5D+3** মি.মি.।

ঢাল-সূচক রেখার কোণ= **30°**

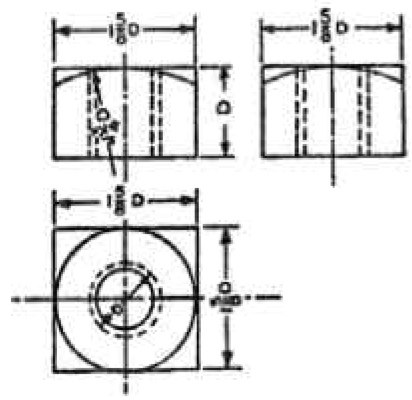
ঢালের বৃত্ত চাপ অংকনের ব্যাসার্ধ $1\frac{3}{4}D$ বা **2D.**

দ্রষ্টব্য ঃ যাতে একই স্প্যানার (Spanner) দিয়ে ষটকোণ এবং চতুষ্কোণ উভয় প্রকার নাটকে ধারণ করা যায়, এ উদ্দেশ্যে অনেক ক্ষেত্রে চতুষ্কোণ নাটের সমান্তরাল পার্শ্ব ভাগ দুইটির ব্যবধানকে ষটকোণ নাটের সমান্তরাল পার্শ্বভাগ দুইটি সমান করে তৈরি করা হয়ে থাকে।

⊙ প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে চতুষ্কোণ নাট অঙ্কন

প্রথমে প্লান অংকনের জন্য অনুভূমিক এবং উল্লম্ব দুইটি কেন্দ্র রেখা টেনে এদের সমদূরত্বে এবং D এর $1\frac{5}{8}$ গুণ (বা D এর $1\frac{3}{8}$ গুণ) বাহু মাপের একটি বর্গক্ষেত্র অংকন করি। ঢাল-সূচক বৃত্তের (Chamfering Circle) জন্য বর্গক্ষেত্রটির স্পর্শ করিয়ে একটি পূর্ণ রেখার বৃত্ত অন্তর্লিখিত করি।

পরে যেহেতু নাটের ছিদ্রটি স্ক্রু-থ্রেড বিশিষ্ট, সুতরাং কেন্দ্র-রেখা দুইটির ছেদ-বিন্দুকে কেন্দ্র এবং **D**-এর অর্ধেক ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি ছিন্ন রেখার বৃত্ত (অথবা, এর পরিবর্তে তিন-চতুর্থাংশ একটি পূর্ণ রেখার ভগ্ন বৃত্ত) অংকন করি। D মাপের অর্ধ থেকে থ্রেডের গভীরতা মাপ বিয়োগ করলে যত হয় ঐ মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে অথবা **0.85 D** মাপকে ব্যাসার্ধরূপে একটি পূর্ণরেখার বৃত্তও অংকন করলাম। এটিই অংকনীয় প্লান হলো। (চিত্র ১৬.৬.৭)



চিত্র ১৬.৬.৭

এবার, সম্মুখ এলিভেশন দৃশ্য অঙ্কনের জন্য এই প্লান থেকে প্রজেকশন রেখা টেনে ভূমি থেকে নাটের উচ্চতা (D সমান) উর্ধ্বে অনুভূমিক রেখার সাহায্যে একটি আয়তক্ষেত্র অংকন করলাম। পরে, প্লানের ছিদ্র ও স্ক্রু-থ্রেডের গভীরতা সূচক বৃত্ত দুইটির প্রান্ত থেকে মোট চারটি প্রজেকশন রেখা টেনে আয়তক্ষেত্র মধ্যস্থিত এদের অংশকে ছিন্ন রেখা দ্বারা দেখালাম। কারণ এটি বাইরে থেকে দেখা যায় না। এবার ঢাল-সূচক বৃত্তের (Chamfering Circle) জন্য উল্লম্ব কেন্দ্র রেখা আয়তক্ষেত্রটিকে উপরের দিকে যে বিন্দুতে ছেদ করেছে তা থেকে D-এর $1\frac{3}{4}$ গুণ মাপ নিচে ঐ কেন্দ্র রেখাটির উপরে একটি বিন্দু নিয়ে তাকে কেন্দ্র এবং ঐ মাপকেই ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ অংকন করলাম। এখন প্রজেকশন রেখার মাধ্যমে বাম প্রান্তিক দৃশ্য অংকন করলাম। এটি সর্বতোভাবে সম্মুখ এলিভেশনের অনুরূপ হলো (চিত্র ১৬.৬.৮)।

⊙ চতুষ্কোণ মাথাবিশিষ্ট (Square Headed) বোল্টের আনুপাতিক মাপ

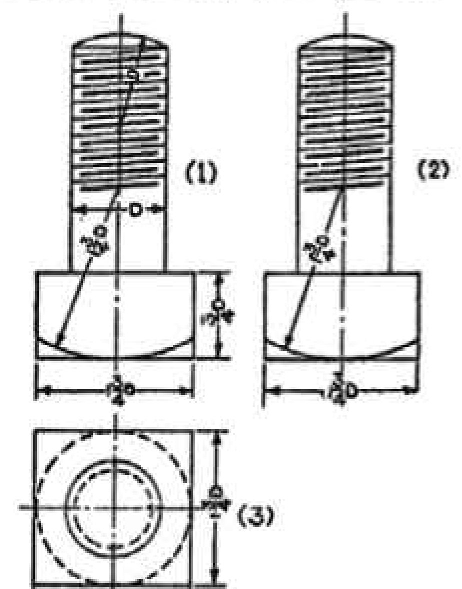
বোল্টের ডায়ামিটার যদি D হয়, তাহলে

মাথার উচ্চতা = $\frac{3}{4}$ D বা $\frac{7}{8}$ D

মাথার দুইটি সমান্তরাল পার্শ্বভাগের ব্যবধান

= $1\frac{1}{2}$ D + $\frac{1}{8}$ D বা স্থূলভাবে $1\frac{3}{4}$ D

স্ক্রু-থ্রেড করা স্থানের দৈর্ঘ্য = $\frac{1}{2}$ D থেকে 2D.

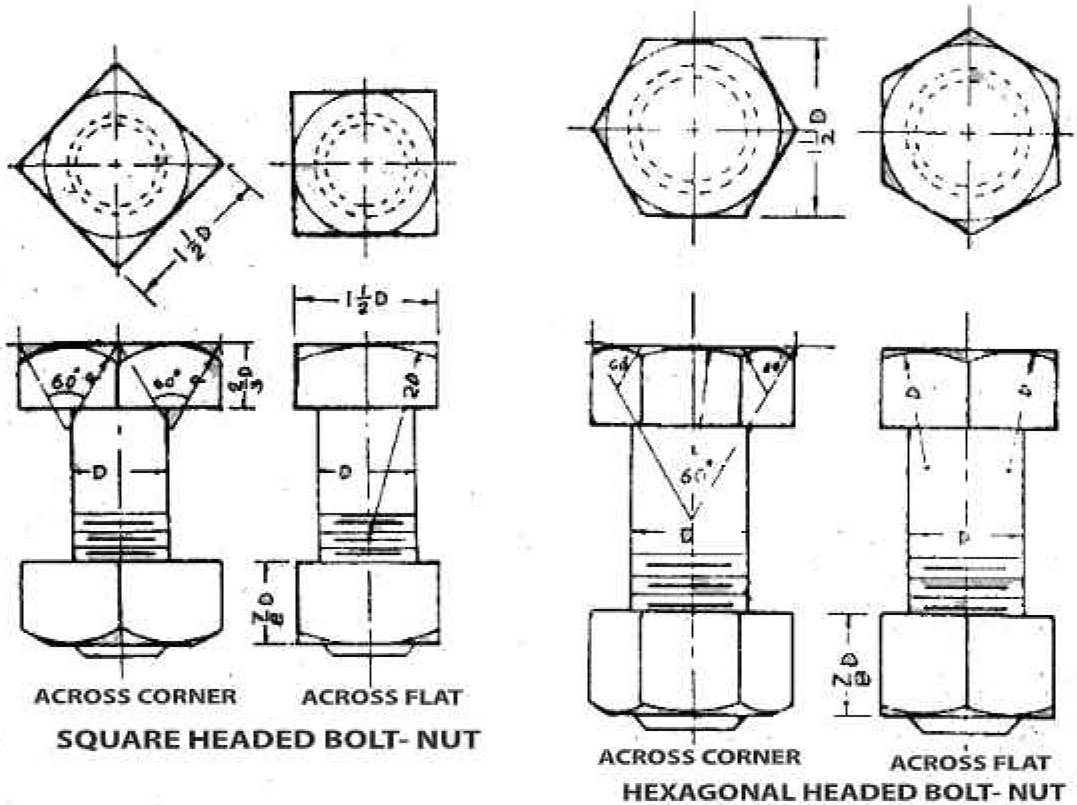


চিত্র ১৬.৬.৮ চতুষ্কোণ মাথাবিশিষ্ট বোল্ট

◉ প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে চতুষ্কোণ মাথা বিশিষ্ট বোল্ট অংকন

পূর্বে চতুষ্কোণ নাট অংকন এবং ষটকোণ বোল্ট অংকন সম্পর্কে যে পদ্ধতি বর্ণনা করা হয়েছে, চতুষ্কোণ মাথা বিশিষ্ট বোল্ট মূলত ঐ প্রকারে অংকন করা হয়ে থাকে। চিত্রের সাহায্যে এর তিনটি দৃশ্য দেখান হলো। এ প্রকার বোল্টের বেলায় সম্মুখ এলিভেশন ও বাম প্রান্তিক দৃশ্য একই প্রকার হয় বলে, মাথার চতুষ্কোণ আকারকে দুইটি কর্ণ (Diagonal) দিয়ে দেখিয়ে একটি মাত্র দৃশ্য অংকনের ব্যবহারিক রীতিও (Convention) ও প্রচলিত আছে (চিত্র ১৬.৬.৯)।

তৃতীয় কোণ পদ্ধতিতে পূর্ণাঙ্গ ষটকোণ ও চতুষ্কোণ মাথা বিশিষ্ট বোল্ট ও নাট অংকন পদ্ধতি



চিত্র ১৬.৬.৯ ষটকোণ ও চতুষ্কোণ মাথা বিশিষ্ট বোল্ট ও নাট

অনুশীলনী - ১৬ : স্ক্রু-থেড অংকন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। থ্রেড কী ? থ্রেড প্রধানত কত প্রকার ও কী কী ?
২। আকার অনুযায়ী থ্রেড কত প্রকার ও কী কী ?
৩। থ্রেডের নিম্নলিখিত অংশগুলোর সংজ্ঞা দাও।
ক) ক্রেস্ট ঘ) পিচ ছ) আউট সাইড ডায়ামিটার
খ) রুট ঙ) ডেপথ জ) নমিন্যাল বা বোল্ট ডায়ামিটার
গ) ফ্ল্যাঙ্ক চ) এঙ্গেল ঝ) কোর ডায়ামিটার।
৪। স্ট্যান্ডার্ড বা প্রমাণ থ্রেড বলতে কী বোঝায় ?
৫। স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড কত প্রকার ও কী কী ?
৬। ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড কত প্রকার ও কী কী ?
৭। বি.এস. হুইটওয়ার্থ থ্রেডের কোণ এবং গভীরতার পরিমাপগুলো লেখ।
৮। বি.এ.এস. থ্রেডের কোণ এবং গভীরতার পরিমাপগুলো লেখ।
৯। আমেরিকান ন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড কত প্রকার ও কী কী ?
১০। আমেরিকান থ্রেড বলতে কী বোঝায় ?
১১। ইউনিফায়েড থ্রেড বলতে কী বোঝায় ?
১২। ইউনিফায়েড থ্রেড কত প্রকার ও কী কী ?
১৩। থ্রেডেড ফ্যাসেনার কী ? এটা কত প্রকার ও কী কী ?
১৪। নাট বলতে কী বোঝায় ?
১৫। নাট প্রধানত কত প্রকার ও কী কী ?
১৬। বোল্টের দৈর্ঘ্য বলতে কী বোঝায় ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। কী কী কারণে 'ভি'-থ্রেড ও স্কয়ার থ্রেড ব্যবহার করা হয় ?
২। একটি আদর্শ স্ক্রু-থ্রেড অংকন করে এর বিভিন্ন অংশ দেখাও।
৩। 'ভি'-থ্রেড ও স্কয়ার থ্রেডের পরিচ্ছন্ন চিত্র অংকন করো।
৪। বিভিন্ন ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড থ্রেডের চিত্র অংকন করো।
৫। নাট ও বোল্টের একটি পরিচ্ছন্ন চিত্র অংকন করো।
৬। নাট ও বোল্টের ব্যবহারিক ক্ষেত্রগুলো লেখ

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

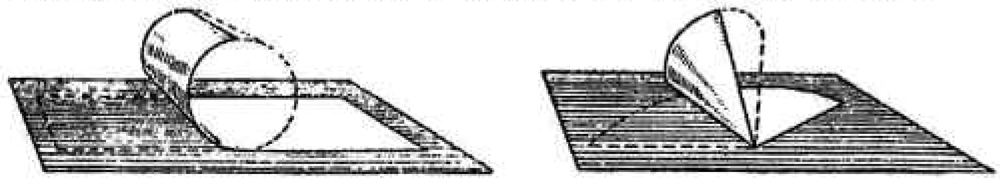
১। একটি মেট্রিক থ্রেড অংকন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করো।
২। একটি নাট-বোল্টের চিত্র অংকন করে এর বিভিন্ন অংশ দেখাও।
৩। নিম্নলিখিত থ্রেডগুলোর চিত্র অংকন করো।
৪। তৃতীয় কোণ পদ্ধতিতে নাট ও বোল্ট অংকন করো।
ক) আমেরিকান ন্যাশনাল স্ট্যান্ডার্ড থ্রেড ঘ) একমি থ্রেড
খ) ইউনিফায়েড থ্রেড ঙ) বাট্রেস থ্রেড
গ) স্কয়ার থ্রেড চ) নাকল থ্রেড
৫। প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে একটি ষটকোণ নাট ধাপে ধাপে অংকন করো।
৬। প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে একটি ষটকোণ মাথা-বিশিষ্ট বোল্টের চিত্র ধাপে ধাপে অংকন করো।
৭। প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে একটি চতুষ্কোণ নাট অংকন করো।
৮। প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে একটি চতুষ্কোণ মাথা বিশিষ্ট বোল্ট অংকন করো।

২০২৫

১৭. ডেভেলপমেন্ট বা বিকাশন
Development

১৭.১ ঘনস্তুর পৃষ্ঠতল বিকাশন (Surface Development of the Solids)

ঘনস্তুর পৃষ্ঠতলকে কোনো সমতল স্থানের উপর বিস্তৃত করে ধরলে যে সীমাবদ্ধ ক্ষেত্র উৎপন্ন হয়, তাকে ঐ বস্তুর পৃষ্ঠতলের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট বলে। যেমন ঃ চিত্র ১৭.১-এর (১) এ একটি গোল বেলনাকার (Cylindrical) বস্তুর এবং (২)-এ একটি 'কোণ' বা মোচক (Cone)-এর পৃষ্ঠতলের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট দেখানো হয়েছে। কারখানায় বালতি (Bucket), তৈলাধার (Drum), চিমনি (Chimney), কার্ড বোর্ডের বাক্স (Card Board Box) ইত্যাদি তৈরি করার সময় লোহার শিট বা কার্ড-বোর্ডকে এ পদ্ধতিতে কাটা হয়ে থাকে।



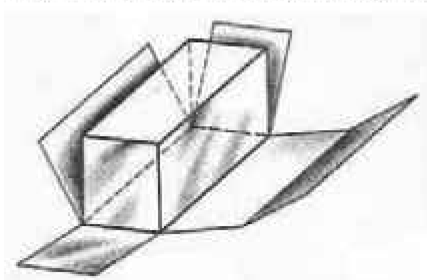
১) সিলিন্ড্রিক্যাল বস্তুর বিকাশন   ২) মোচক আকৃতি বস্তুর বিকাশন

চিত্র ১৭.১

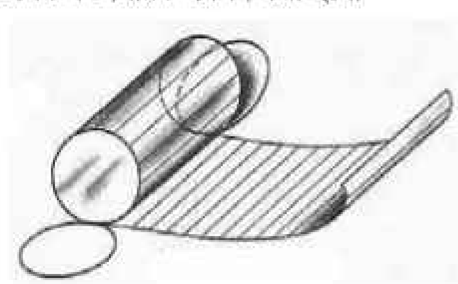
১৭.২ আয়তাকার, সিলিন্ডার, মোচক, পিরামিড ও ঘনক তলের বিকাশন বা সম্প্রসারণ

কোনো ঘনবস্তুর তলসমূহকে খুলে একই সমতলে বিছানোকে তল সম্প্রসারণ বলা হয়। উদাহরণ হিসেবে ধরি কোনো ঘনক, প্রিজম, সিলিন্ডার, পিরামিড বা মোচকের প্রত্যেকটি তলের আকৃতি অনুযায়ী পৃথক পৃথক কাগজ কাটা হলো। কাগজের টুকরোগুলো দিয়ে সেলোফেন টেপের সাহায্যে। ঐ ঘন বস্তুর তলগুলোকে আবৃত করা হলো। এখন কাগজের আবরণটি খুলে সমতল অবস্থানে রাখলে ঐ ঘন বস্তুর সম্প্রসারিত তল পাওয়া যায়। ইঞ্জিনিয়ারিং কর্মক্ষেত্রে তল সম্প্রসারণ বিষয়ে নানা ধরনের জটিল সমস্যার সমাধান করতে হয়। শিট বা পাত দিয়ে নানা ধরনের জিনিস তৈরির কাজে, যেমন- বয়লার, পাইপ, ডাক্ট, কোন কিছুর প্যাটার্ন, চিমনি, বালতি, ফানেল, প্রিজম, সিলিন্ডার, পাইপের সংযোগ ইত্যাদি তৈরি করতে হলে বিকাশন বা সম্প্রসারণ বিষয়ের জ্ঞান বিশেষ ভাবে কাজে লাগে।

⊙ **নিচে আয়তাকার, সিলিন্ডার, মোচক, পিরামিড ও ঘনক তলের সম্প্রসারণ প্রদর্শন করা হলো**

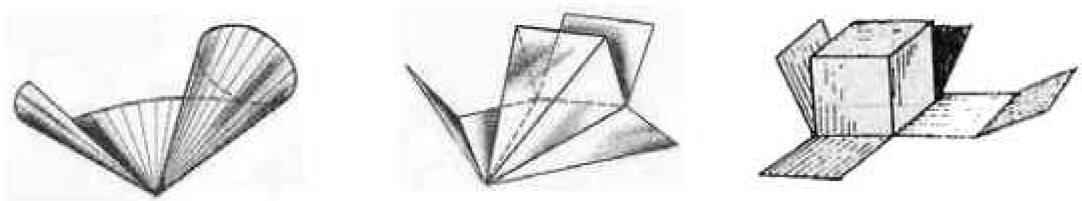


আয়তাকার তলের সম্প্রসারণ



সিলিন্ডার তলের সম্প্রসারণ

২০১৫



মোচক তলের সম্প্রসারণ　　পিরামিড তলের সম্প্রসারণ　　ঘনক তলের সম্প্রসারণ

চিত্র ১৭.২ ঘন বস্তুর তল বিকাশন বা সম্প্রসারণ

⊙ আয়তাকার ঘনবস্তুর তল বিকাশন অংকন
(Surface Development of the Recangle Solids)

এখানে উপরে উল্লিখিত সাধারণ বস্তুর বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট অংকন পদ্ধতি প্রথম কোণীয় প্রজেকশন পদ্ধতিতে অংকিত দৃশ্যের মাধ্যমে বর্ণনা করা হলো। প্রত্যেকটির ক্ষেত্রে বস্তুটিকে ফাঁপা (Hollow) অনুমান করা হয়েছে।

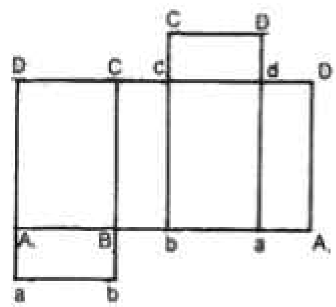
উদাহরণ ১। একটি আয়তাকার ঘনবস্তুর বাহুগুলো 15 মি.মি. 30 মি.মি. ও 55 মি.মি.। ফাঁপা সকল তল সম্প্রসারণ করো।



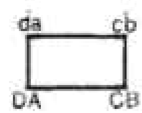
প্রিজমের খসড়া চিত্র



খ) এলিভেশন



গ) সম্প্রসারিত তল



ক) প্লান

চিত্র ১৭.৩ আয়তাকার ঘনবস্তুর পৃষ্ঠতল সম্প্রসারণ

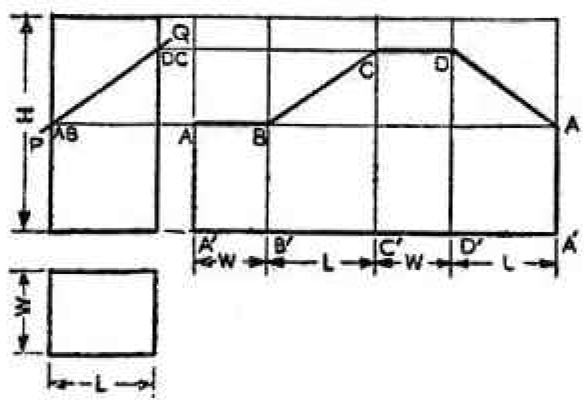
অঙ্কন: আয়তাকার ঘনবস্তুটির প্লান ও এলিভেশন আঁকি। ঘন বস্তুটির প্রত্যেকটির কোণা (Corner) অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত করি। এ কাজের সুবিধার জন্য পাশে একটি আয়তাকার ঘনবস্তুর খসড়া (Sketch) চিত্র এঁকে তাতে অক্ষর বসিয়ে নিতে পারি। এলিভেশন থেকে উচ্চতা নির্ধারণের জন্য ডান দিকে দুইটি অনুভূমিক সমান্তরাল অভিক্ষেপ রেখা টানি। নিচের অভিক্ষেপ রেখায় ঘনবস্তুটির বড় আয়তাকার তলটির পরিমাপ ডিভাইডার দিয়ে চিহ্নিত করি এবং ABCD আয়তক্ষেত্রটি গঠন করি। এর ডান পাশে ঘনবস্তুটির ছোট আয়তাকার তলটির মাপ নিয়ে BbcC তলটি গঠন করি। এখন

২০২৫

পাশাপাশি badc এবং aADd তলগুলো আঁকি। এবার ঘনবস্তুটির উপরের তল cCDd এবং নিচের তল AabB আঁকি। এভাবে ঘনবস্তুটির সকল তল সম্প্রসারিত হলো। (চিত্র ১৭.৩)

উদাহরণ ২। একটি আয়তকার ঘনবস্তুর অনুভূমিকতলের উপর এমনভাবে দণ্ডায়মান যে, এর প্রান্তের বৃহত্তর বাহুটি উল্লম্ব তলের সমান্তরাল। প্রিজমটির সম্মুখ এলিভেশনকে কোনো নির্দিষ্ট উচ্চতায় অনুভূমিকতলের সাথে 30° কোণে ছেদন করা হলে এর নিম্নাংশের পৃষ্ঠতলের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট অংকন করো।

ধরা যাক, ঘনবস্তুটির প্রান্তের বাহুর দৈর্ঘ্য L, প্রস্থ W এবং এর উচ্চতা H। প্রথমে, প্রথম কোণীর প্রজেকশন পদ্ধতিতে ঘনবস্তুটির প্লান ও সম্মুখ এলিভেশন অংকন করে নির্দিষ্ট উচ্চতায় ছেদ-তল সূচক PQ রেখা দিয়ে 30° কোণে, তাকে AB, DC বিন্দুতে ছেদ করাই। পরে সম্মুখ এলিভেশনের ভূমি রেখাকে বর্ধিত করে একটি সরলরেখা টানি এবং এর উপর যথাক্রমে ঘনবস্তুটির প্রস্থ (W) ও দৈর্ঘ্য (L)-কে কেটে নিই। ছেদ বিন্দুগুলোকে A′, B′, C′,D′,A′ অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত করে এটি থেকে উপরের দিকে লম্ব এবং সম্মুখ *AB* ও DC বিন্দু দুইটি (চিত্র ১৭.৪)



চিত্র ১৭.৪ আয়তকার ঘনবস্তুর পৃষ্ঠ তল বিকাশন

থেকে ডান দিকে অনুভূমিক প্রজেকশন রেখা টানি। উভয় দিকের এ রেখাগুলো ছেদ-বিন্দুতে যে যে অক্ষর থেকে টানা হয়েছে তাদের যে যে অক্ষর একই ধরনের সেগুলো লিখি। এখন A-B, B-C,C-D, D-A, A-A′ এলিভেশন A′ - A′, A′ -A কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে যে সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রটি উৎপন্ন হলো তাই-ই নিম্নাংশের ঘনবস্তুটির অংকনীয় বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট হলো।

⊙ **উদাহরণ ১। সিলিন্ডার বস্তুর পৃষ্ঠতলের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট অংকন করো।**

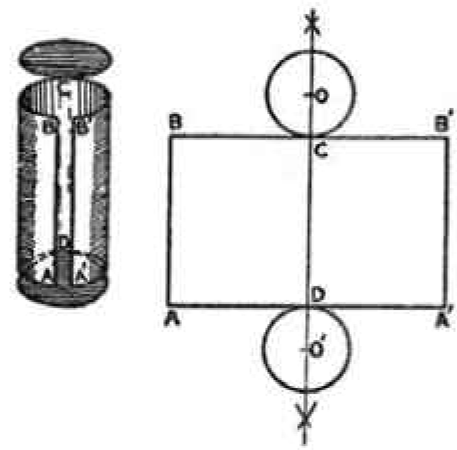
যেহেতু বস্তুটির দেহ গোলাকার, সুতরাং এর বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট এমন একটি আয়তক্ষেত্র হবে যার একটি বাহু ঐ গোলের পরিধির সমান এবং অন্য বাহু বস্তুটির উচ্চতার মান। বস্তুটির দুই প্রান্তের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট দুইটি বৃত্ত হবে। এ বৃত্তের ব্যাস বস্তুটির ব্যাসের সমান।

প্রথমে এমন একটি সরলরেখা টানি যার দৈর্ঘ্য বস্তুটির পরিধির (**π×**বস্তুটির ব্যাস) সমান। ধরা যাক এটি AA′। বস্তুটির ব্যাস খুব বড় না হলে, এর অর্ধেক ব্যাসের সাহায্যে একটি বৃত্ত অংকন করে এবং এর পরিধিকে সমান ১২টি অংশে বিভক্ত করে যে কোনো একটি অংশকে ১২ বার নিলে পরিধির দৈর্ঘ্য পাওয়া যেতে পারে। পরে A এবং A′ বিন্দুতে বস্তুটির উচ্চতা সমান যথাক্রমে AB ও A′B′ দুইটি লম্ব টানি।

২০২৫

BB́ কে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করি। ফলে ABB́ Á যে আয়তক্ষেত্রটি উৎপন্ন হলো এটিই বস্তুটির দেহের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট। প্রান্ত দুইটির বিকাশনের জন্য BB́ এবং AÁ এর মধ্যবিন্দু C এবং D কে যুক্ত করে। (চিত্র ১৭.৫)

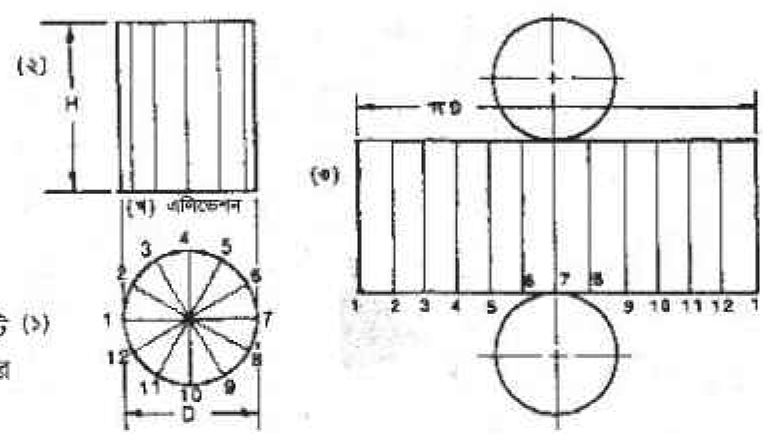
একটি সরলরেখা টানি এবং এ রেখাকে উভয় দিকে বর্ধিত করি। এবার এ রেখাটির উপর C ও D বিন্দু থেকে বস্তুটির ব্যাসার্ধ মাপ দূরে O এবং Ó দুইটি বিন্দু নিয়ে তাদেরকে কেন্দ্র এবং বস্তুটির ব্যাসের অর্ধেক মাপকে ব্যাসার্ধ নিয়ে দুইটি বৃত্ত অঙ্কন করি। এটি বস্তুটির দুইটি প্রান্তের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট হলো (চিত্র ১৭.৫)।



চিত্র ১৭.৫ সিলিন্ডার বস্তুর পৃষ্ঠতল বিকাশন

উদাহরণ ২। 30 মি.মি. ব্যাস এবং 50 মি.মি. উচ্চতা বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডারের তলগুলো সম্প্রসারণ করো।

অংকন ঃ সিলিন্ডারের প্লান ও এলিভেশন আঁক। প্লান্ট বৃত্তটিকে কেন্দ্র থেকে পরিধি পর্যন্ত রেখা টেনে সমান ১২ অংশে ভাগ কর। এলিভেশন থেকে ডান দিকে উচ্চতা নির্ধারণের জন্য দুইটি অভিক্ষেপ রেখা টান। যে কোন অভিক্ষেপ রেখার উপর বৃত্তের ব্যাস $\times \pi =$ পরিধি নির্ধারণ রেখা চিহ্নিত কর এবং উচ্চতা ও পরিধির সমান দৈর্ঘ্য নিয়ে একটি আয়তক্ষেত্র গঠন কর। এ আয়তক্ষেত্রটিই সিলিন্ডারের খাড়া তলের সম্প্রসারণ দৃশ্য। এর সাথে সংযোগ রেখে আয়তক্ষেত্রটির কেন্দ্র রেখা বরাবর নির্দিষ্ট পরিমাপে সিলিন্ডারের উপরের এবং নিচের বৃত্তাকার ক্ষেত্র দুইটি আঁক। এভাবেই সিলিন্ডারের সকল তল সম্প্রসারিত হলো (চিত্র ১৭.৬)।



চিত্র ১৭.৬ সিলিন্ডারের পৃষ্ঠতল সম্প্রসারণ

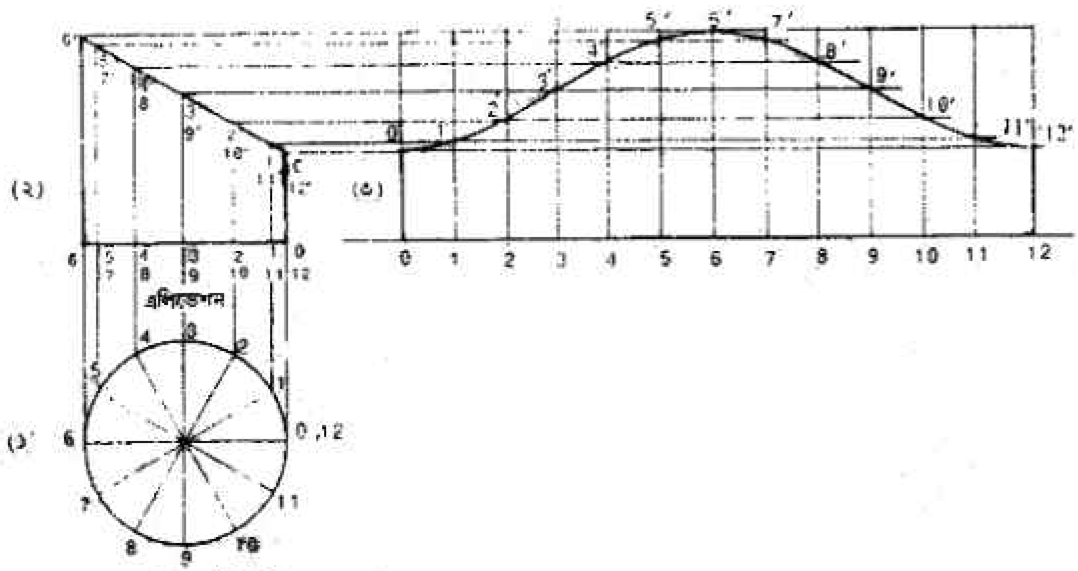
⊙ খাড়া তল সম্প্রসারণের বিকল্প পদ্ধতি

সিলিন্ডারের প্লানে চিহ্নিত ১২টি বিন্দুর ক্রমান্বয়ে পারস্পারিক দূরত্ব ডিভাইডারের সাহায্যে উপরের উল্লিখিত অভিক্ষেপ রেখায় চিহ্নিত কর। চিহ্নিত প্রত্যেকটি বিন্দু থেকে লম্ব টেনে অপর অভিক্ষেপ রেখাকে স্পর্শ করাও।

এখন 1,2,3,..................,12,1 রেখাটি হবে সিলিন্ডারের পরিধির সমান। এখন পরিধির সমান দৈর্ঘ্য এবং উচ্চতা নিয়ে আয়তক্ষেত্র একে সিলিন্ডারের খাড়া তলটি সম্প্রসারিত করো।

উদাহরণ ৩। 35 মি.মি. ব্যাসের একটি সিলিন্ডারকে চিত্র অনুযায়ী অনুভূমিক রেখার সাথে 30°কোণে কাটা হয়েছে। এই কর্তন রেখা সিলিন্ডারের অক্ষকে 25 মি.মি. উচ্চতায় ছেদ করল। বস্তুটির খাড়া তল সম্প্রসারণ করো।

অঙ্কন: কর্তিত সিলিন্ডারটির প্লান ও এলিভেশন আঁক। কেন্দ্র থেকে পরিধি পর্যন্ত রেখা টেনে প্লানকে সমান ১২ ভাগে ভাগ কর। ভাগ বিন্দুগুলোকে সংখ্যা দিয়ে চিহ্নিত করে লম্ব অভিক্ষেপ রেখা টেনে এলিভেশনে স্থানান্তর কর। উদাহরণ ২-এর অনুরূপ যে কোনো পদ্ধতিতে কর্তিত সিলিন্ডারের নিচের তলের বৃত্তাকার প্রান্তকে (ভূমি) ডান পাশে সম্প্রসারিত কর। ভাগ-বিন্দুগুলো সংখ্যা দিয়ে চিহ্নিত কর। প্রত্যেকটি বন্দু থেকে (0,1,2,3,..........10,11,12) উপরের দিকে অভিক্ষেপ রেখা টান। এলিভেশনের প্রত্যেকটি চিহ্নিত বিন্দু থেকেও ডান পাশে অনুভূমিক সমান্তরাল অভিক্ষেপ রেখা টান। উল্লম্ব এবং অনুভূমিক অভিক্ষেপ রেখাগুলো পরস্পরকে 0′, 1′, 2′, 3′,..........10′, 11′, 12′ বিন্দুতে ছেদ করবে। এ ছেদ বিন্দুগুলো একটি সুষম বক্র রেখার সাহায্যে যুক্ত করো। এখন প্রয়োজনীয় সীমা রেখা টেনে সম্প্রসারিত তলটির



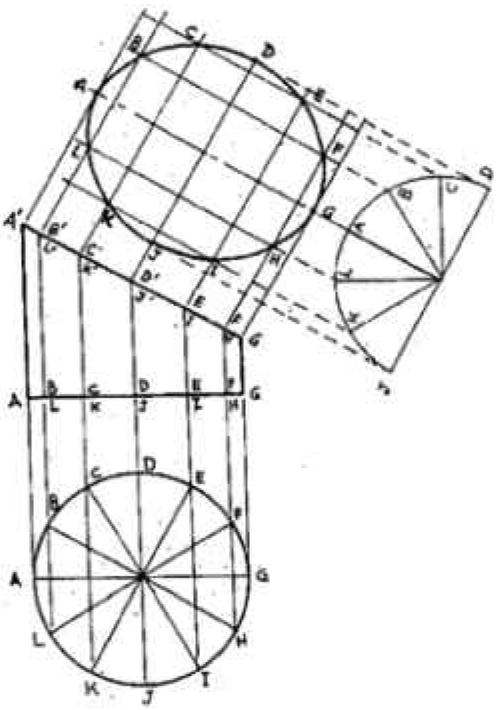
অংকন সমাপ্ত করি (চিত্র ১৭.৭)।

চিত্র ১৭.৭ সিলিন্ডারের পৃষ্ঠতল সম্প্রসারণ

উদাহরণ ৪। উদাহরণ ৩ এ বর্ণিত সিলিন্ডারটির হেলানো (30° কোণে কর্তিত) তলটির প্রকৃত দৃশ্য অংকন করো।

অংকন: উদাহরণ ৩-এর অনুরূপ প্লান ও এলিভেশন আঁক। এলিভেশনে অক্ষর চিহ্নিত বিন্দুগুলো থেকে হেলানো তলটির সাথে সমকোণে প্রয়োজনীয় অভিক্ষেপ রেখাগুলো আঁক। এবার হেলানো তল থেকে সিলিন্ডারের ব্যাসের সমান আনুমানিক দূরত্বে তলটির সাথে সমান্তরাল AG রেখা টানি। এই রেখাটিই হবে অংকনীয় তলটির কেন্দ্র রেখা। এবার উক্ত রেখার বাম প্রান্তে প্লানের A বিন্দুটি অভিক্ষেপ রেখার মাধ্যমে স্থানান্তর কর। এরপর ক্রমান্বয়ে ডিভাইডারের সাহায্যে প্লানের BL রেখার সমান দৈর্ঘ্যকে সংশ্লিষ্ট অভিক্ষেপ রেখা বরাবর কেন্দ্র রেখার (AG) উপর স্থাপন কর, যাতে BL রেখার মধ্যবিন্দু কেন্দ্র রেখার (AG) উপর থাকে। এভাবে CK, DJ, EI, FH স্থানান্তর কর। কেন্দ্র রেখার ডান পাশে G বিন্দু বসবে।

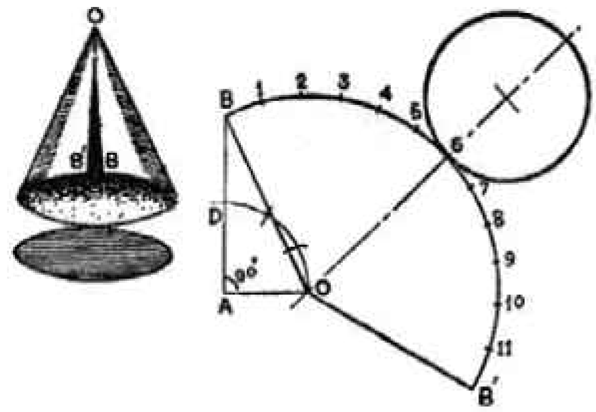
প্রত্যেকটি রেখার ছেদ বিন্দুগুলো চিহ্নিত কর। এবার A, B, C,D,...., K, L বিন্দু দিয়ে সুষম বক্র রেখা এঁকে তলটির প্রকৃত দৃশ্য চূড়ান্ত কর। বিকল্পভাবে AG রেখা বরাবর চিত্র অনুযায়ী প্লানের অংশ একে জ্যামিতিক উপায়ে হেলানো তলটির প্রকৃত দৃশ্য আঁকা যায়। (চিত্র ১৭.৮)



চিত্র ১৭.৮ সিলিন্ডাররের কর্তিত তলের প্রকৃত দৃশ্য অংকন

⊙ উদাহরণ ১। ভূমির ব্যাস এবং তির্যক উচ্চতা দেওয়া থাকলে, মোচক এর পৃষ্ঠতল বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট অংকন করো।

প্রথমে 'কোণ' এর ভূমির ব্যাসের অর্ধকে ভূমি এবং তির্যক উচ্চতাকে অতিভূজরূপে একটি সমকোণী ত্রিভুজ অংকন করি। মনে করি এটি OAB। এরপর A-কে কেন্দ্র এবং AO কে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এটি AB রেখাটিকে D বিন্দুতে ছেদ করল। OD বৃত্তচাপটিকে সমান তিনটি অংশে বিভক্ত করে, O কে কেন্দ্র করে এবং OB কে ব্যাসার্ধ নিয়ে আর একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। বিভাগ-বিন্দুগুলোকে যথাক্রমে1,2,3 ইত্যাদি অঙ্ক দ্বারা এবং সর্বশেষ বিভাগ-বিন্দুটিকে B' অক্ষর দ্বারা চিহ্নিত করি। B' এবং O' কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করলে OBB'ক্ষেত্রটি 'কোণ'এর গোলাকার পৃষ্ঠতলের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট হলো। এবার 'কোণ' টির তলদেশের বিকাশনের জন্য 0-6 সংযোজন রেখাকে বর্ধিত করি এবং এর উপরে একটি বিন্দুকে কেন্দ্র এবং AO সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত অঙ্কন করি। এটি বৃত্তচাপটিকে স্পর্শ করবে। (চিত্র ১৭.৯)



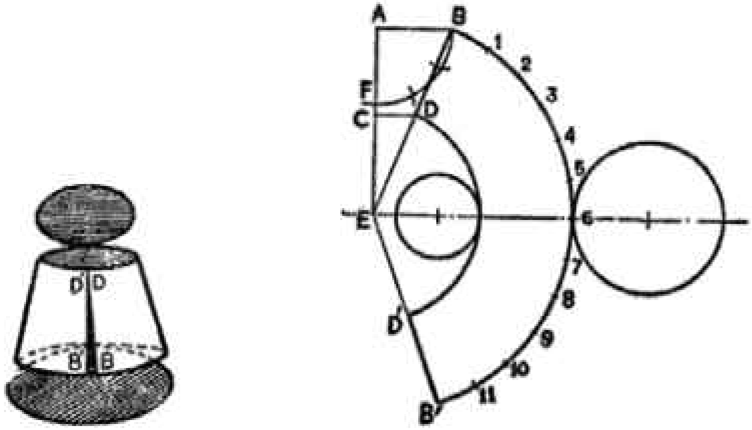
চিত্র ১৭.৯ মোচক এর পৃষ্ঠতল বিকাশন

উদহারণ ২। ভূমি ও শীর্ষের ব্যাস এবং লম্ব উচ্চতা দেওয়া থাকলে, ছিন্ন শীর্ষ মোচকের তল বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট অংকন করো।

'কোণ' এর শীর্ষদেশকে ভূমির সাথে সমান্তরাল করে কেটে ফেললে, নিচের অংশে যা অবশিষ্ট থাকে, তাকে 'কোণ' এর "ফ্রাস্টাম' বলে। একটি বালতিকে বিপরীতভাবে রাখলে এমন দেখা যায়।

প্রথমে প্রদত্ত 'কোণ-এর ফ্রাস্টামটির ভূমির ব্যাসের অর্ধ সমান AB একটি সরলরেখা টেনে এর নিচের দিকে একটি লম্ব টানি। এ লম্বের উপর ফ্রাস্টামটির লম্ব উচ্চতা সমান AC দৈর্ঘ্য কেটে নিলাম। এখন C বিন্দুতে AB এর সমান্তরালরূপে ফ্রাস্টামটির শীর্ষাংশের ব্যাসের অর্ধ সমান CD একটি সরলরেখা টেনে B, D-কে সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করে নিচের দিকে বর্ধিত করি। এ বর্ধিত AC রেখাকে E বিন্দুতে ছেদ করল। এবার E কে কেন্দ্র এবং EB কে ব্যাসার্ধ নিয়ে (B থেকে আরম্ভ করে) একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। A- কে কেন্দ্র এবং AB কে ব্যাসার্ধ নিয়েও একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এটি AC- রেখাকে F বিন্দুতে ছেদ করল। পরে BF বৃত্তচাপটিকে সমান তিনটি অংশে বিভক্ত করে এর একটি অংশের দৈর্ঘ্যকে প্রথমাংকিত বৃত্তচাপটির (BB') উপর (B থেকে আরম্ভ করে) বারো বার নিলাম। বিভাগ বিন্দুগুলোকে 1,2,3,4 ইত্যাদি অঙ্ক দিয়ে এবং সর্বশেষ বিভাগ বিন্দুটিকে B' অক্ষর দ্বারা চিহ্নিত করি। সরলরেখা দ্বারা E ও B'-কে যুক্ত করি। এবার E-কে কেন্দ্র এবং ED-কে ব্যাসার্ধ নিয়ে (D থেকে আরম্ভ করে) আর একটি বৃত্তচাপ অংকন করি। এটি EB' রেখাটিকে D' বিন্দুতে ছেদ করল। ফলে $DBB'D'$ ক্ষেত্র ফ্রাস্টামটির গোলাকার পৃষ্ঠতলের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট অংকিত হলো। এখন ফ্রাস্টামটির তলদেশের বিকাশনের জন্য E-6 সংযোজক সরলরেখাটিকে বর্ধিত করে এর উপরে কেন্দ্র এবং AB সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধরূপে BB'বৃত্তচাপটিকে 6 বিন্দুতে স্পর্শ করিয়ে একটি বৃত্ত অংকন করি। এর চিত্র ১৭.১০ শীর্ষাংশের বিকাশনের জন্যও অনুরূপভাবে CD সমান দৈর্ঘ্যকে ব্যাসার্ধরূপে এবং DD' বৃত্তচাপটিকে স্পর্শ করিয়ে আর একটি বৃত্ত অংকন করি (চিত্র ১৭.১০)।

২০২৫

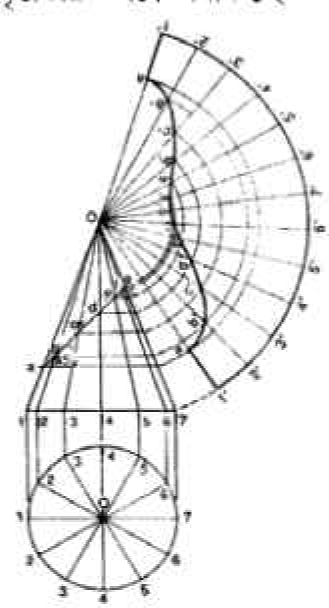


চিত্র ১৭.১০ মোচকের এর পৃষ্ঠতল বিকাশন

উদাহরণ ৩ একটি মোচকের (Cone) ভূমির ব্যাস 75 মি.মি. এবং উচ্চতা 100 মি.মি.। ভূমির সাথে 45° কোণে একটি কর্তন-তল (Cutting Plane) মোচাকটিকে দ্বিখণ্ডিত করেছে। মোচকটির ভূমি সংলগ্ন খণ্ডের তল সম্প্রসারণ করো।

অংকন: মোচকের প্লান ও এলিভেশন আঁকি। প্লানের বৃত্তাকার তলকে সমান ১২ অংশে ভাগ করি। প্রত্যেকটি অংশকে সংখ্যা দিয়ে চিহ্নিত করে উল্লম্ব অভিক্ষেপ রেখার সাহায্যে এলিভেশনের ভূমিতে (Base) স্থানান্তর করি। মোচকের শীর্ষ বিন্দু O এর সাথে বিন্দুগুলো রেখা দিয়ে যুক্ত করি। এবার এলিভেশনকে 45° কোণে নির্দিষ্ট উচ্চতায় কাটি। এই কর্তন রেখা 0-1, 0-2, 0-3... ইত্যাদি যথাক্রমে a, b, c..... ইত্যাদি বিন্দুতে ছেদ করলো।

এবার O-কে কেন্দ্র করে এবং প্রকৃত হেলানো দৈর্ঘ্য 0-1 বা 0-7 নিয়ে একটি বৃত্তচাপ আঁকি। এ বৃত্তচাপের দৈর্ঘ্য মোচকের ভূমির পরিধির সমান হতে হবে। প্লান হতে সমান ১২টি অংশের পরিমাপ বৃত্ত চাপে স্থানান্তর করি। O থেকে রেখা টেনে সবগুলো বিন্দুকে যুক্ত করি। এবার Oa, Ob,.. Og দৈর্ঘ্যগুলো থেকে অনুভূমিক সমান্তরাল রেখা টেনে ডান পাশের সীমানায় স্থানান্তর করি এবং ঐ দৈর্ঘ্যগুলো নিয়ে বৃত্তচাপ আঁকি। এগুলো 0-1′, 0-2′, 0-3′ ... ইত্যাদি সরলরেখাকে a′, b′, c′...ইত্যাদি (চিত্র ১৭.১১)।



চিত্র ১৭.১১ মোচকের এর তল বিকাশন

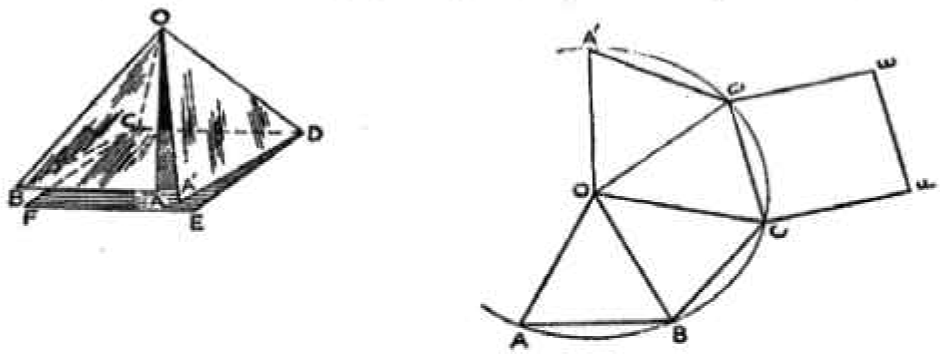
বিন্দুতে ছেদ করলো। এখন অক্ষর মিলিয়ে সুষম বক্ররেখার সাহায্যে কাটা তলটির সীমারেখা টানি এবং সম্প্রসারিত ক্ষেত্রটির অংকন সম্পন্ন করি। ফলে, সীমাবদ্ধ যে ক্ষেত্রটি উৎপন্ন হলো ওটাই অংকনীয় বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট হলো

২০২৫

⊙ উদাহরণ ১। ভূমির দৈর্ঘ্য এবং তির্যক উচ্চতা দেওয়া থাকলে, একটি বর্গক্ষেত্রাকার পিরামিডের তল বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট অংকন করো।

প্রথমে প্রদত্ত ভূমির দৈর্ঘ্য সমান AB সরলরেখাকে ভূমিরূপে এবং প্রদত্ত তির্যক উচ্চতা সমান OA ও OB কে বাহুরূপে OAB একটি সম-দ্বিবাহু ত্রিভুজ অংকন করি। পরে O কে কেন্দ্র এবং OA বা OB কে ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্তচাপ অংকন করি এবং B বিন্দু থেকে আরম্ভ করে AB এর সমান দৈর্ঘ্যকে এ বৃত্তচাপটির উপর তিনবার কেটে নিই।

মনে করি, এ বিভাগ-বিন্দুগুলো C,D এবং Á হলো। এবার B-C,C-D,D-Á,O-C এবং D-A কে সরলরেখা দ্বারা যুক্ত করি। ফলে OABCDÁ O পিরামিডটির দেহের চারটি পৃষ্ঠতলের বিকাশন বা ডেভেলপমেন্ট অংকিত হলো। তলদেশের বিকাশনের জন্য এখন যে কোন একটি বাহুকে ভূমিরূপে একটি বর্গক্ষেত্র (ধরা যাক, CFED অংকন করি (চিত্র ১৭.১২)।

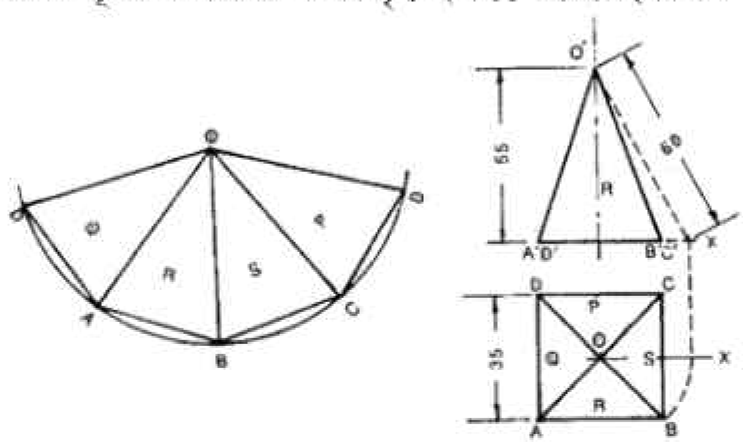


চিত্র ১৭.১২ বর্গক্ষেত্রাকার পিরামিডের তল বিকাশন

⊙ উদাহরণ ২। একটি বর্গাকৃতি পিরামিডের ভূমির একটি বাহু 35 মি.মি. এবং খাড়া উচ্চতা 55 মি.মি.। পিরামিডটির ভূমির একটি বাহু উল্লম্বতলের সাথে সমান্তরাল অবস্থায় রয়েছে। পিরামিডটির তল সম্প্রসারণ করো।

অংকন: পিরামিডটির ভূমির সম্প্রসারিত তলের দৃশ্য হবে 35 মি.মি.বাহু বিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্র। ভূমি বাদে অপর চারটি তলের সম্প্রসারণের পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো। শর্ত অনুযায়ী পিরামিডটির স্বাভাবিক প্লান ও এলিভেশন আঁক।

এর চারটি কোণ বিন্দুকে A,B,C,D এবং শীর্ষকে O অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত কর। চারটি তলকেও P, Q, R,S অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত কর (চিত্র ১৭.১৩)।



চিত্র ১৭.১৩ ওয়েজ আকৃতি পিরামিডের তল সম্প্রসারণ

২০১৫

⊙ হেলানো তলের প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্ণয়ঃ

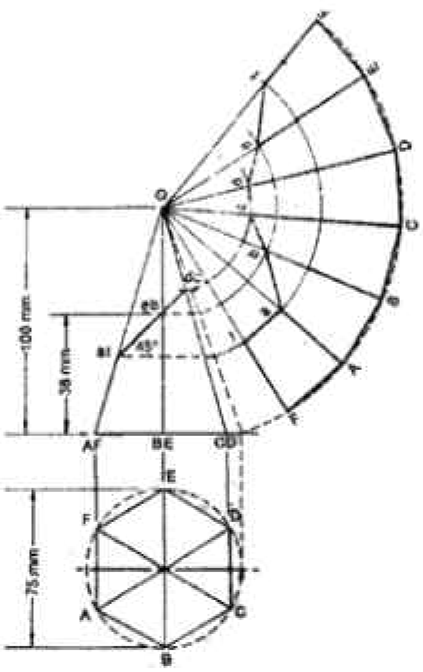
এই উদাহরণটিতে পিরামিডটির অবস্থানগত কারণে এর হেলানো প্রান্তের প্রকৃত দৈর্ঘ্য জানা অপরিহার্য। কারণ এলিভেশনে হেলানো প্রান্তটির প্রকৃত দৈর্ঘ্য সাধারণ অভিক্ষেপ রেখায় আনা যায় না।

প্রথমে O বিন্দু থেকে AB অথবা CD রেখার সমান্তরাল OX রেখা টান। OB ব্যাসার্ধ নিয়ে O-কে কেন্দ্র করে একটি বৃত্তচাপ আঁক। এ চাপ OX-কে X বিন্দুতে ছেদ করলো। এখন X থেকে উল্লম্ব অভিক্ষেপ রেখা টান যা বর্ধিত A′B′ কে X′ বিন্দুতে ছেদ করলো। O′X′ সরলরেখা টেনে যুক্ত কর। O′X′ হবে হেলানো পিরামিডটির হেলানো প্রান্তের প্রকৃত দৈর্ঘ্য। এবার তলগুলোর সম্প্রসারণের জন্য খালি জায়গায় O বিন্দু লই। O-কে কেন্দ্র করে O′X′ ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ আঁক। ডিভাইডারের সাহায্যে এ চাপটিতে প্ল্যান থেকে AB, BC, CD, DA পরিমাপ বৃত্তচাপে চিহ্নিত করো। এখন, OA, OB, OC, OD, যোগ করো। D-A, A-B, B-C, C-D -কেও সরলরেখা দিয়ে যুক্ত করে তলগুলোর সম্প্রসারণ সম্পন্ন করো।

উদাহরণ ৩। একটি ষড়ভুজ আকৃতির পিরামিডের ভূমির কোণাকোণি দূরত্ব 75 মি.মি. এবং উচ্চতা 100 মি.মি.। পিরামিডটির ভূমির দুইটি সমান্তরাল বাহু উল্লম্বতলের সাথে সমকোণে আছে। একটি 45° হেলানো তল পিরামিডটিকে কর্তন এবং পিরামিডের অক্ষকে ভূমি থেকে 38 মি.মি. উচ্চতায় ছেদ করেছে। কর্তিত পিরামিডটির ভূমি সংলগ্ন খণ্ডের তল সম্প্রসারণ করো।

প্রথমে পিরামিডের প্লান ও এলিভেশন আঁক। প্রত্যেকটি কোণ বিন্দু অক্ষর দিয়ে চিহ্নিত কর। যে কোনো একটি কোণ বিন্দুকে প্লানের অনুভূমিক কেন্দ্র রেখায় স্থানান্তর করে অভিক্ষেপ রেখার সাহায্যে উদাহরণ ৬-এর মতো পিরামিডটির হেলানো তলের প্রকৃত দৈর্ঘ্য বের করো।

খালি জায়গায় O-কে কেন্দ্র করে প্রকৃত দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্তচাপ আঁক। চাপটির বাম প্রান্তে F বিন্দু চিহ্নিত কর। এখন, ডিভাইডার দিয়ে F থেকে আরম্ভ করে প্লানের F-A, A-B, B-C, C-D, D-E, E-F অংশ কেটে লই। নির্মাণ রেখা দিয়ে OF, OA, OB, OC, OD, OE, OF যুক্ত করি। F-A, A-B, B-C, C-D, D-E এবং E-F অংশগুলোকেও সরলরেখা দিয়ে যুক্ত কর। এবার কর্তন রেখাটিযে যে বিন্দুতে পিরামিডকে ছেদ করেছে সেখান থেকে অনুভূমিক রেখার সমান্তরাল রেখা টেনে বিন্দুগুলোকে প্রকৃত দৈর্ঘ্য স্থানান্তর করো। O কে কেন্দ্র করে ঐ সব বিন্দু থেকে ডান দিকে প্রয়োজনীয় বৃত্তচাপগুলো আঁক। অক্ষর মিলিয়ে ছেদ বিন্দু দিয়ে রেখা টেনে সম্প্রসারিত তলের দৃশ্যটি চূড়ান্ত করি। একটি কর্তিত পিরামিডের তল সম্প্রসারণ একটি কর্তিত মোচকের তল সম্প্রসারণ হলো (চিত্র ১৭.১৪)।



চিত্র ১৭.১৪ ষড়ভুজ আকৃতির পিরামিডের তল সম্প্রসারণ

অনুশীলনী - ১৭ : ডেভেলপমেন্ট বা বিকাশন

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। ডেভেলপমেন্ট বা বিকাশন কী ?

২। সাধারণত কত ধরনের ডেভেলপমেন্ট বা বিকাশন করা যায় ও কী কী ?

৩। আয়তাকার, সিলিন্ডার, পিরামিড ও মোচকের তল ডেভেলপমেন্টের প্রয়োজনীয়তা লেখ।

৪। একটি বর্গক্ষেত্রাকার পিরামিডের ডেভেলপমেন্ট অংকন করো।

৫। ডেভেলপমেন্টের প্রয়োগ বা ব্যবহারিক ক্ষেত্রগুলো উল্লেখ করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। 0 মি.মি. বাহু বিশিষ্ট একটি বর্গাকৃতি পিরামিডের উচ্চতা 60 মি.মি.। পিরামিডটির তলদেশের একটি বাহু উল্লম্বতলের সাথে সমান্তরাল। এর সব কয়টি তলের সম্প্রসারিত দৃশ্য আঁক।

২। 25 মি.মি. বাহু বিশিষ্ট একটি ষড়ভুজাকার পিরামিডের উচ্চতা 60 মি.মি.। পিরামিডটির তলদেশের একটি বাহু উল্লম্বতলের সাথে সমান্তরাল অবস্থানে আছে।

৩। 20 মি.মি. বাহু বিশিষ্ট একটি পঞ্চভুজাকার প্রিজমের উচ্চতা ৪0 মি.মি.। প্রিজমটির একটি আয়তাকার তল উল্লম্বতলের সাথে সমান্তরাল। এর তল সম্প্রসারণ করো।

৪। একটি আয়তাকার প্রিজমের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা যথাক্রমে 5 সে.মি 3 সে.মি. ও 6 সে.মি। প্রিজমটি একটি প্রান্তের উপর ভর করে লম্ব অবস্থায় এমনভাবে অবস্থিত যে, এর বৃহত্তম পৃষ্ঠতলটি উল্লম্বতলের সমান্তরাল। প্রিজমটির সম্মুখ এলিভেশনকে 2 সে.মি. উচ্চতায় অনুভূমিকতলের সাথে 45° কোণে ছেদন করিয়ে এর নিম্নাংশের বিকাশন অংকন করো।

৫। একটি সিলিন্ডারের ব্যাস 4 সে.মি. এবং দৈর্ঘ্য 6 সে.মি.। সিলিন্ডারটি অনুভূমিকতলের উপর লম্বভাবে অবস্থিত। এর অক্ষকে অনুভূমিকতলের সাথে 45° কোণে ছেদ করিয়ে নিম্নাংশের বিকাশন অংকন করো।

৬। ঘনকের পৃষ্ঠতলের বিকাশন অংকন করো।

৭। ভূমির দৈর্ঘ্য এবং তির্যক উচ্চতা দেওয়া থাকলে একটি বর্গক্ষেত্রাকার পিরামিডের বিকাশন অংকন করো।

৮। ভূমি ও শীর্ষের ব্যাস এবং লম্ব উচ্চতা দেওয়া থাকলে ছিন্ন শীর্ষ মোচকের এর বিকাশন অংকন করো।

১৮. ওয়ার্কিং ড্রইং
Working Drawing

১৮.০ ওয়ার্কিং ড্রইং (Working Drawing)

শিল্প-কারখানায় জটিল যন্ত্রপাতি তৈরি করার সময় একাধিক অংশবিশিষ্ট পার্টস তৈরি করা হয়। প্রত্যেকটি অংশকে আলাদা আলাদাভাবে ড্রইং করে, কোন যন্ত্রাংশ বা যন্ত্র উৎপাদন ও সংযোজন করার কাজে ব্যবহার করা হয়। এ নির্দিষ্ট ড্রইংকেই ওয়ার্কিং ড্রইং বলে।

"যে ড্রইং এ মেশিন অথবা গঠন সংক্রান্ত দ্রব্য বা স্ট্রাকচারের (Structure) উৎপাদনের জন্য পরিপূর্ণ তথ্য সরবরাহ বা বর্ণনা করা হয়, তাকে ওয়ার্কিং ড্রইং বলে।

১৮.১ ওয়ার্কিং ড্রইং এর প্রয়োজনীয়তা (Necessity of Working Drawing)

ওয়ার্কিং ড্রইং একটি প্রাথমিক ড্রইং। যাতে প্রস্তুতকৃত প্রয়োজনীয় সমস্ত তথ্য বর্ণনা করা হয়। এটা প্রোডাকশন ড্রইং বলেও পরিচিত। তাই এ ড্রইংকে যন্ত্রকৌশল সম্বন্ধীয়, গঠন সংক্রান্ত, স্থাপত্য ও বিদ্যুৎ সংক্রান্ত বিষয়সমূহের উদ্ভাবনের চাবিকাঠি বলা হয়। কারণ এতে উৎপাদিত দ্রব্যের আকার, আকৃতি ও গুণাগুণ সমাপ্তিকরণ পদ্ধতি, উৎপাদিত দ্রব্য সংযোজনের জন্য প্রয়োজনীয় সূক্ষ্মতার বিবরণ, পরিপূর্ণভাবে বর্ণনা করা থাকে অর্থাৎ মেশিন অথবা গঠন সংক্রান্ত দ্রব্য উৎপাদনের জন্য পরিপূর্ণ জ্ঞান এতে প্রদান করা থাকে।

মোট কথা শিল্প-কারখানায় এ ড্রইং সাধারণ ভাবে যাতে গ্রহণযোগ্য হয়, সেভাবে এটা উপস্থাপন করা হয়ে থাকে। এ জন্য ওয়ার্কিং ড্রইং-এর প্রয়োজনীয়তা বিশেষ গুরুত্ব বহন করে।

১৮.২ ওয়ার্কিং ড্রইং এর উপাদান সমূহ

ওয়ার্কিং ড্রইং এর মধ্যে যে সমস্ত বিষয় বা তথ্য না থাকলে একটি ড্রইং পরিপূর্ণ হয় না। ঐ সমস্ত বিষয় বা তথ্যকেই সাধারণত ওয়ার্কিং ড্রইং এর উপাদান বলে।

ওয়ার্কিং ড্রইং এর উপাদান সমূহ নিম্নরূপ । যথা

১) যন্ত্রকৌশল সম্বন্ধীয় গঠন সংক্রান্ত বিষয় ২) স্থাপত্য সংক্রান্ত বিষয় ৩) বিদ্যুৎ সংক্রান্ত বিষয়
৪) উৎপাদিত দ্রব্যের আকার ৫) দ্রব্যের আকৃতি ৬) দ্রব্যের গুণাগুণ ৭) সমাপ্তিকরণ পদ্ধতি
৮) উৎপাদিত দ্রব্যের সংযোজন ৯) উৎপাদিত দ্রব্যের সূক্ষ্মতার বিবরণ

১৮.৩ ওয়ার্কিং ড্রইং এর প্রকারভেদ

ওয়ার্কিং ড্রইংকে মূলত দুইটি শ্রেণিতে বিভক্ত করা যায়। যথা

১। ডিটেইল ড্রইং (Detail Drawing)
২। অ্যাসেমব্লি ড্রইং (Assembly Drawing)

১। ডিটেইল ড্রইং (Detail Drawing)

যে ড্রইং এ মেশিন অথবা স্ট্রাকচার এর (Structure) প্রত্যেকটি অংশ স্বতন্ত্র ও বিশদভাবে উৎপাদনের জন্য যাতে পরিপূর্ণ তথ্য বর্ণনা করা থাকে, তাকে ডিটেইল ড্রইং বলে।

⊙ ডিটেইল ড্রইং এ উল্লিখিত বিষয়সমূহ

একটি সমৃদ্ধিপূর্ণ ডিটেইল ড্রইং এ নিম্নলিখিত তথ্যগুলো উল্লেখ করা থাকে। যথাঃ

১) অংশটির আকৃতি (Shape of the Part)

২) অংশটির আকার (Size of the Part)

৩) ম্যাটেরিয়াল (Material)

৪) মসৃণতার মান (Grade of Finish)

৫) শপের প্রয়োজনীয় কার্যাবলী (Necessary Shop Operations)

৬) সীমামাপের সূক্ষ্মতা (Limits of Accuracy)

৭) প্রয়োজনীয় অংশগুলোর সংখ্যা (No. of Parts Required)

৮) দৃশ্যের সংখ্যা এবং প্রকৃত অংশটির আকারের প্রয়োজনীয় সেকশনের বর্ণনা (No. of View and Section Required to Describe Exact Shape of the Part)

২। অ্যাসেম্বলি ড্রইং (Assembly Drawing)

যে ড্রইং এ যন্ত্রের অংশগুলোকে সন্নিবেশিত অবস্থায় সমগ্র বস্তুটির যে রূপ অংকন করা হয়, তাকে অ্যাসেম্বলি ড্রইং বলে।

বা যে ড্রইং এ একটি পরিপূর্ণ মেশিন বা স্ট্রাক্চারের (Structure) সমস্ত অংশকে তাদের কার্যপদ্ধতি অনুযায়ী সংযোজন করা হয়ে থাকে, তাকে অ্যাসেম্বলি ড্রইং বলে।

⊙ অ্যাসেম্বলি ড্রইং নিম্নলিখিত তথ্যের পরিসমাপ্তি প্রদান করে। যথা

১) সবচেয়ে ভালো অ্যাসেম্বলি একটি প্রধান দৃশ্য দিয়েই দেখায়।

২) সর্বোপরি পরিমাপ এবং গুরুত্বপূর্ণ কেন্দ্র হতে কেন্দ্রের দূরত্বগুলো নির্বাচিত করে।

৩) অ্যাসেম্বলি ড্রইং এর বিভিন্ন অংশকে চিহ্নিত করে।

৪) প্রয়োজনীয় সেকশনসমূহ উল্লেখ করে। (Necessary Sections)

৫) অংশ তালিকা, নোটসমূহ ও টাইটেল ইত্যাদি উল্লেখ করে। (Part List, Notes, Titles etc.)

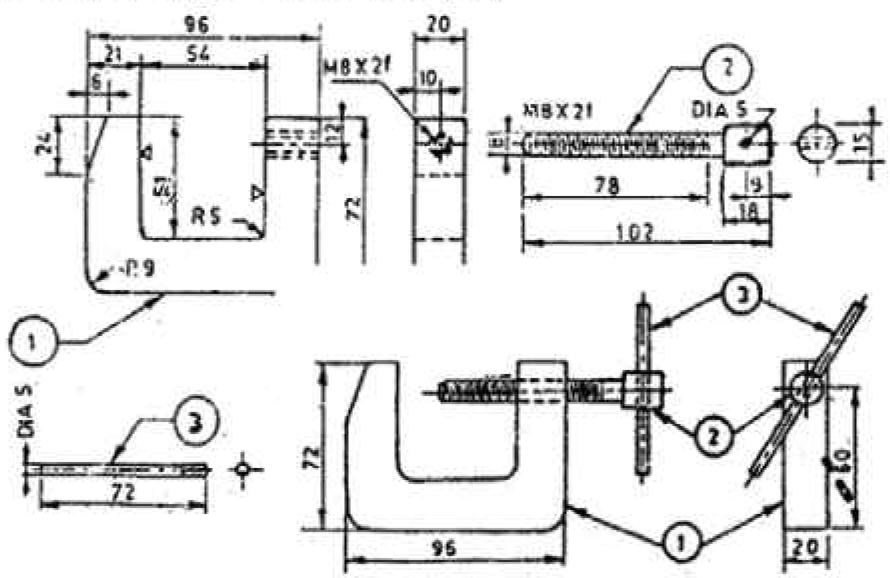
⊙ অ্যাসেম্বলি ড্রইং এর প্রয়োজনীয়তা

সামগ্রিক ধারণায় একটি মেশিন অথবা স্ট্রাক্চারের বাহ্যিক আকার কীভাবে স্থাপন করা হয়, এটার পরিপূর্ণভাবে স্থাপিত সংযোজন এতে দেখান হয়। অর্থাৎ অ্যাসেম্বলি ড্রইং এ বস্তুর প্রকৃতরূপ বোঝানো হয়। যন্ত্রের বা স্ট্রাক্চারের বিভিন্ন অংশের আলাদা আলাদাভাবে অংকিত ড্রইং হতে চূড়ান্ত অ্যাসেম্বলি ড্রইং অংকন করা হয়। এ ড্রইং হতে কোন যন্ত্রাংশ বা স্ট্রাকচার পৃথক পৃথকভাবে তৈরি করে, অ্যাসেম্বলি ড্রইং এর সাহায্যে সুন্দরভাবে সংযোজন করা সম্ভব হয়। বিভিন্ন যন্ত্রাংশ বা স্ট্রাক্চারের অবস্থান ও ধারাবাহিকতা অনুযায়ী এটা সহজেই সন্নিবেশিত করা যায়। এ ড্রইং ব্যতীত কোনো যন্ত্রাংশ বা স্ট্রাক্চার ব্যবহারিক ক্ষেত্রে সঠিকভাবে সংযোজন করা সম্ভব নয়। এ জন্য অ্যাসেম্বলি ড্রইং এর প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

১৮.৪ ডিটেইল ও অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং এর পার্থক্য নিম্নে প্রদত্ত হলো

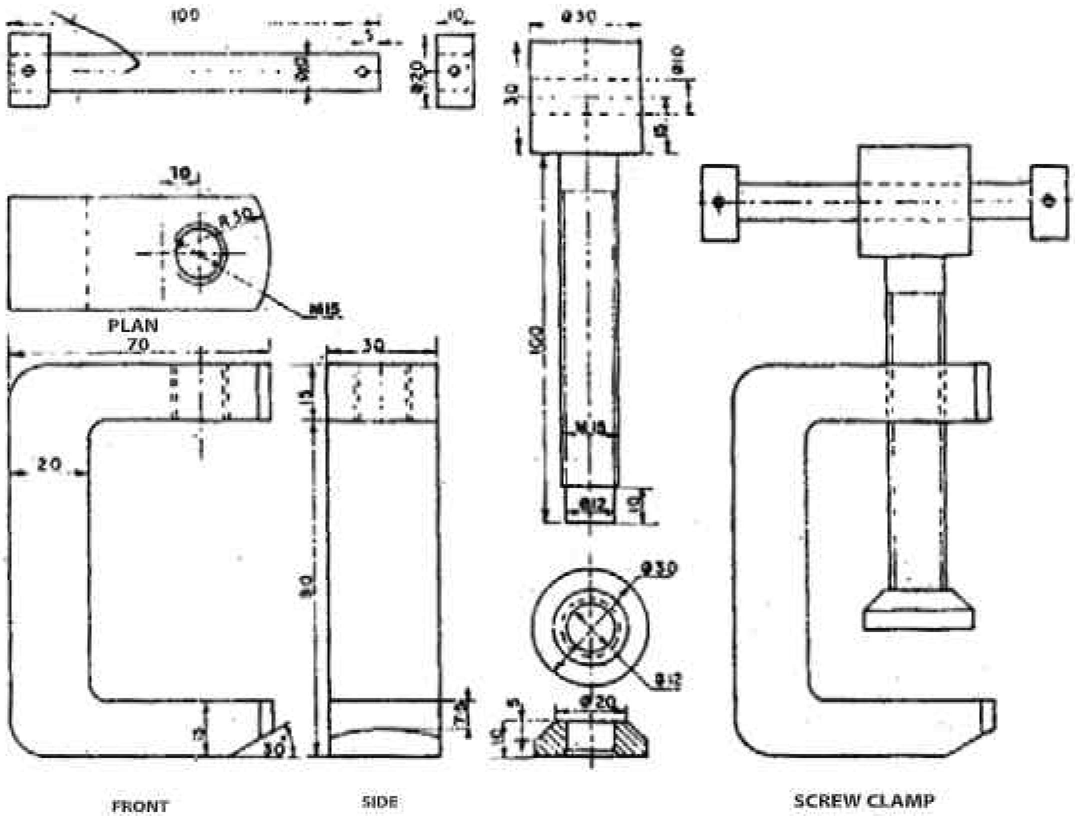
ডিটেইল ড্রইং	অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং
১। এ ড্রইং-এ যন্ত্র বা স্ট্রাক্চারের প্রত্যেকটি অংশের ড্রইং পৃথক পৃথকভাবে অংকিত করা থাকে।	১। এ ড্রইং-এ, যন্ত্র বা স্ট্রাক্চারের সমস্ত অংশ সংযোজন অবস্থায় পরিপূর্ণ রূপটি অংকন করা থাকে।
২। এ ড্রইং-এ, যন্ত্রাংশের সমস্ত খুঁটিনাটি পরিমাপ দেওয়া থাকে।	২। এ ড্রইং-এ, সংযোজনের সর্বোপরি পরিমাপ দেওয়া থাকে। কিন্তু খুঁটিনাটিভাবে কোন পরিমাপ দেওয়া থাকে না
৩। এ ড্রইং-এ, সীমা মাপের সূক্ষতা উল্লেখ করা থাকে।	৩। এ ড্রইং-এ, সীমা মাপের সূক্ষতার কোনো উল্লেখ থাকে না।
৪। এ ড্রইং-এ, উৎপাদিত যন্ত্রাংশ বা স্ট্রাকচার এ কোন কোন ধরনের অপারেশন করতে হবে এর উল্লেখ থাকে।	৪। এ ড্রইং-এ, এ ধরনের কোনো অপারেশনের উল্লেখ থাকে না।
৫। এ ড্রইং-এ, উৎপাদন সমাপ্তি করণের জন্য মসৃণতা মানের সিম্বল দেওয়া থাকে।	৫। এ ড্রইং-এ, উৎপাদনের মসৃণতা মানের জন্য কোন সিম্বল দেওয়া থাকে না।
৬। এতে যন্ত্রাংশ বা স্ট্রাকচারের কোনো সংখ্যার উল্লেখ থাকে না।	৬। এতে যন্ত্র বা স্ট্রাক্চারের বিভিন্ন অংশে ধারাবাহিক অনুযায়ী সংখ্যা দেওয়া থাকে।
৭। এ ড্রইং-এ, যন্ত্রাংশ বা স্ট্রাক্চারের চলাচলের দিক নির্দেশ উল্লেখ করা থাকে না।	৭। এ ড্রইং-এ, যন্ত্রাংশে চলাচলের দিক নির্দেশ উল্লেখ থাকে।

১৮.৫ হ্যান্ড ভাইস এর ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং অংকন



চিত্র ১৮.৫.১ হ্যান্ড ভাইস এর ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং

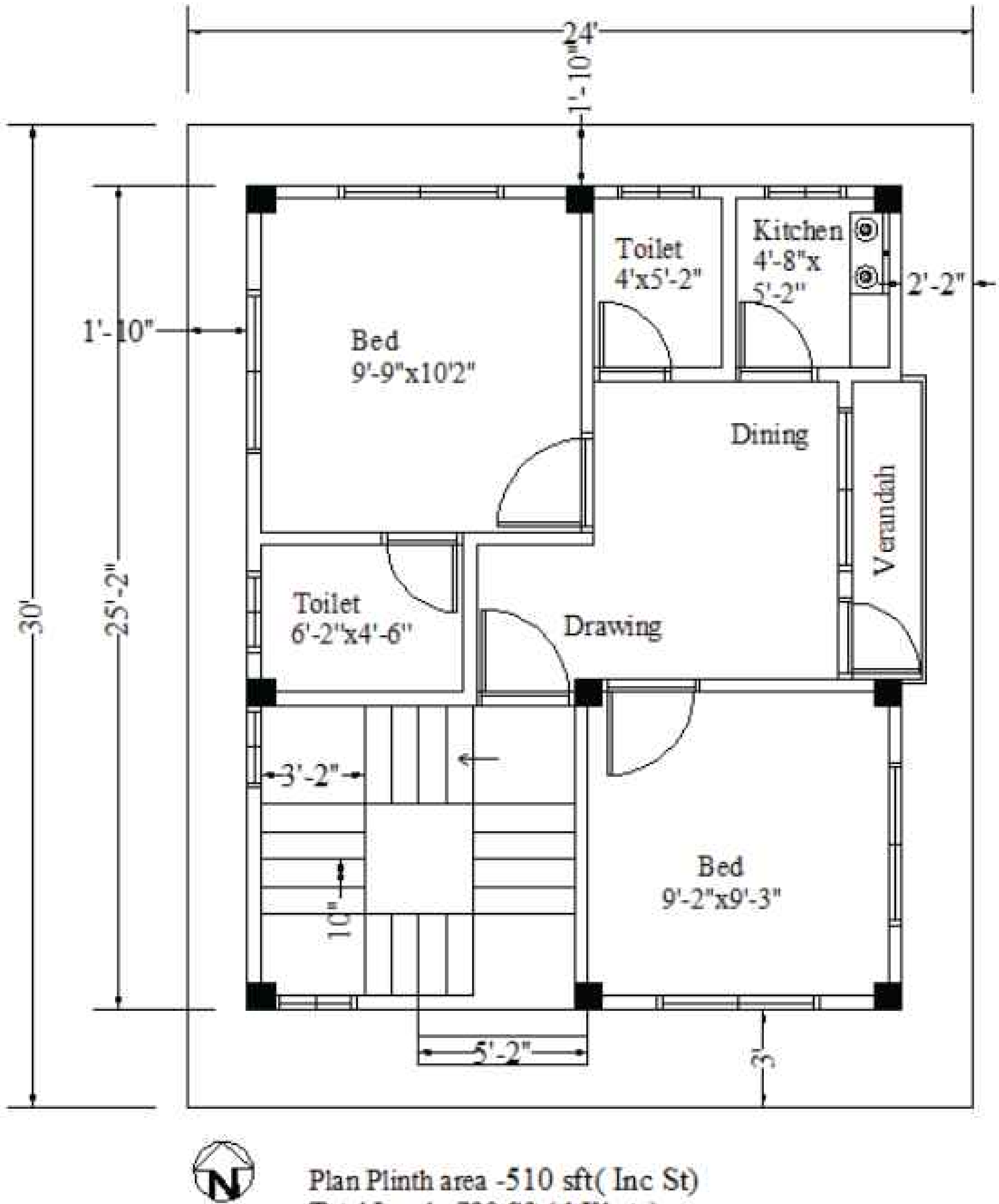
⊙ 'সি' ক্ল্যাম্প এর ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্বলি ড্রইং অংকন



চিত্র ১৮.৫.২ 'সি' ক্ল্যাম্পের ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্বলি ড্রইং

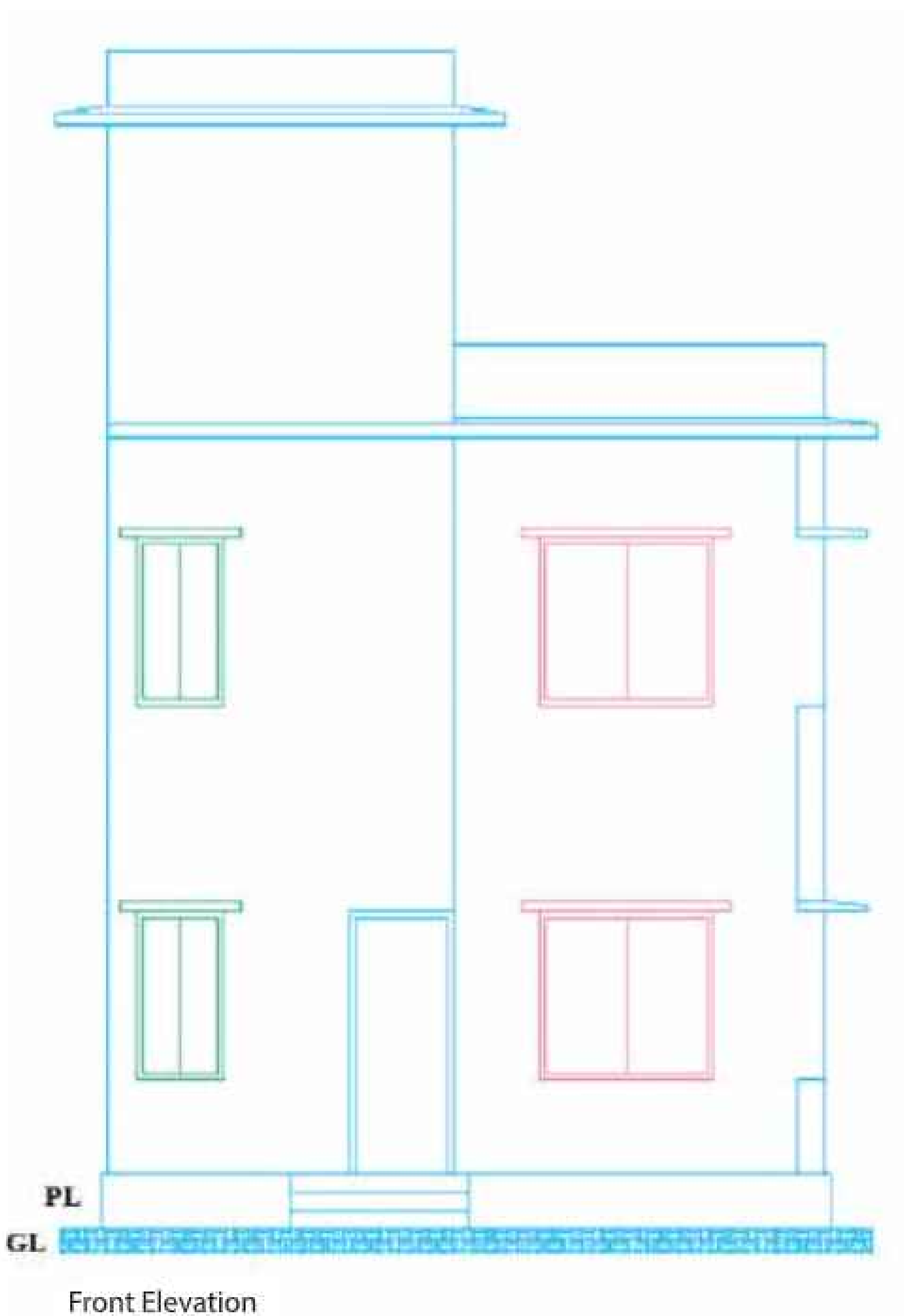
১৮.৬ দুই কক্ষ এক বারান্দা বিশিষ্ট একটি বিল্ডিং এর প্লান ও এলিভেশন অংকন

⊙ দুই কক্ষ এক বারান্দা বিশিষ্ট একটি বিল্ডিং এর প্লান অংকন



চিত্র ১৮.৬.১ বিল্ডিং এর প্লান

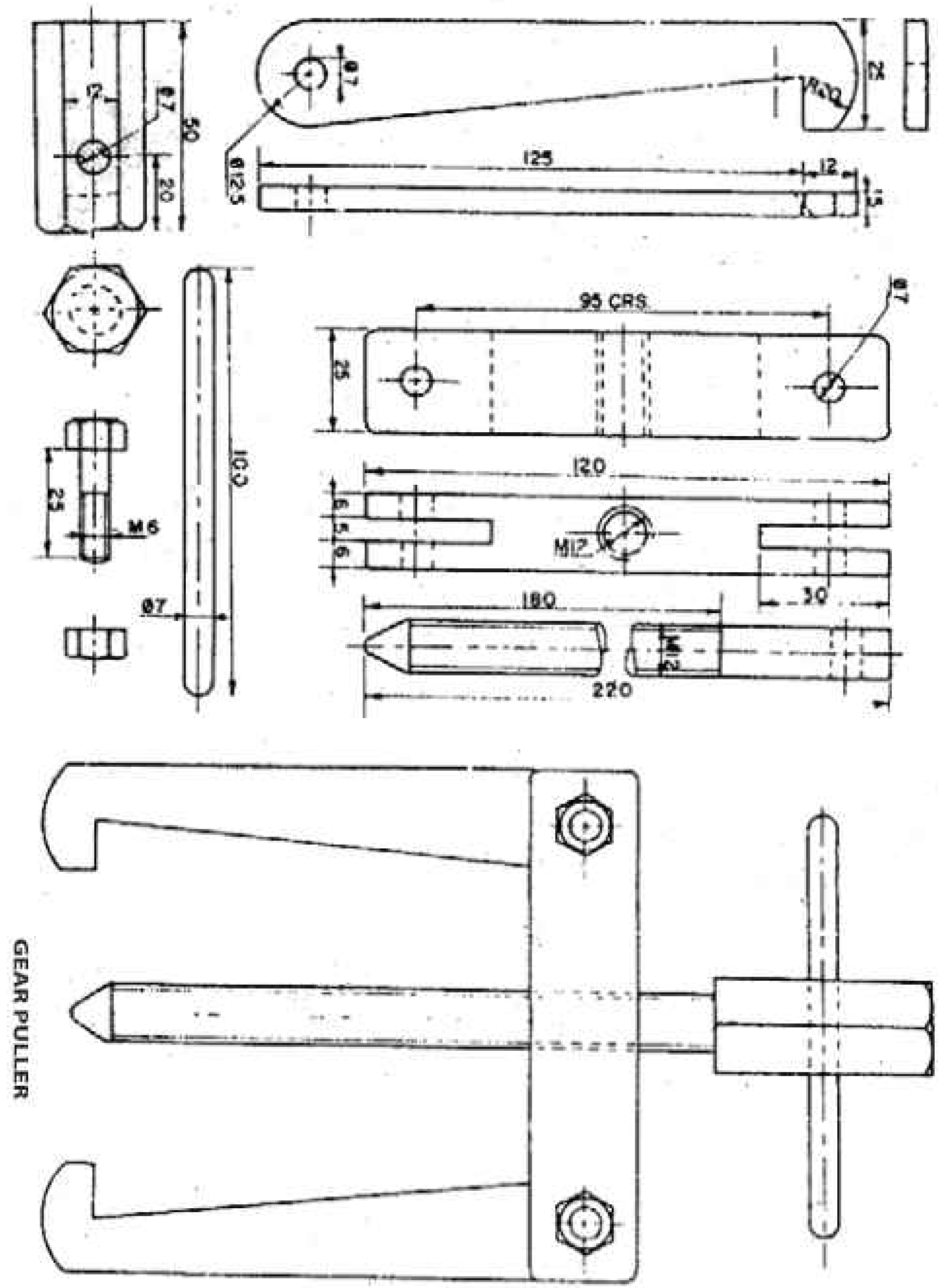
⊙ দুই কক্ষ এক বারান্দা বিশিষ্ট একটি বিল্ডিং এর ফ্রন্ট এলিভেশন অংকন



চিত্র ১৮.৬.২ বিল্ডিং এর ফ্রন্ট এলিভেশন

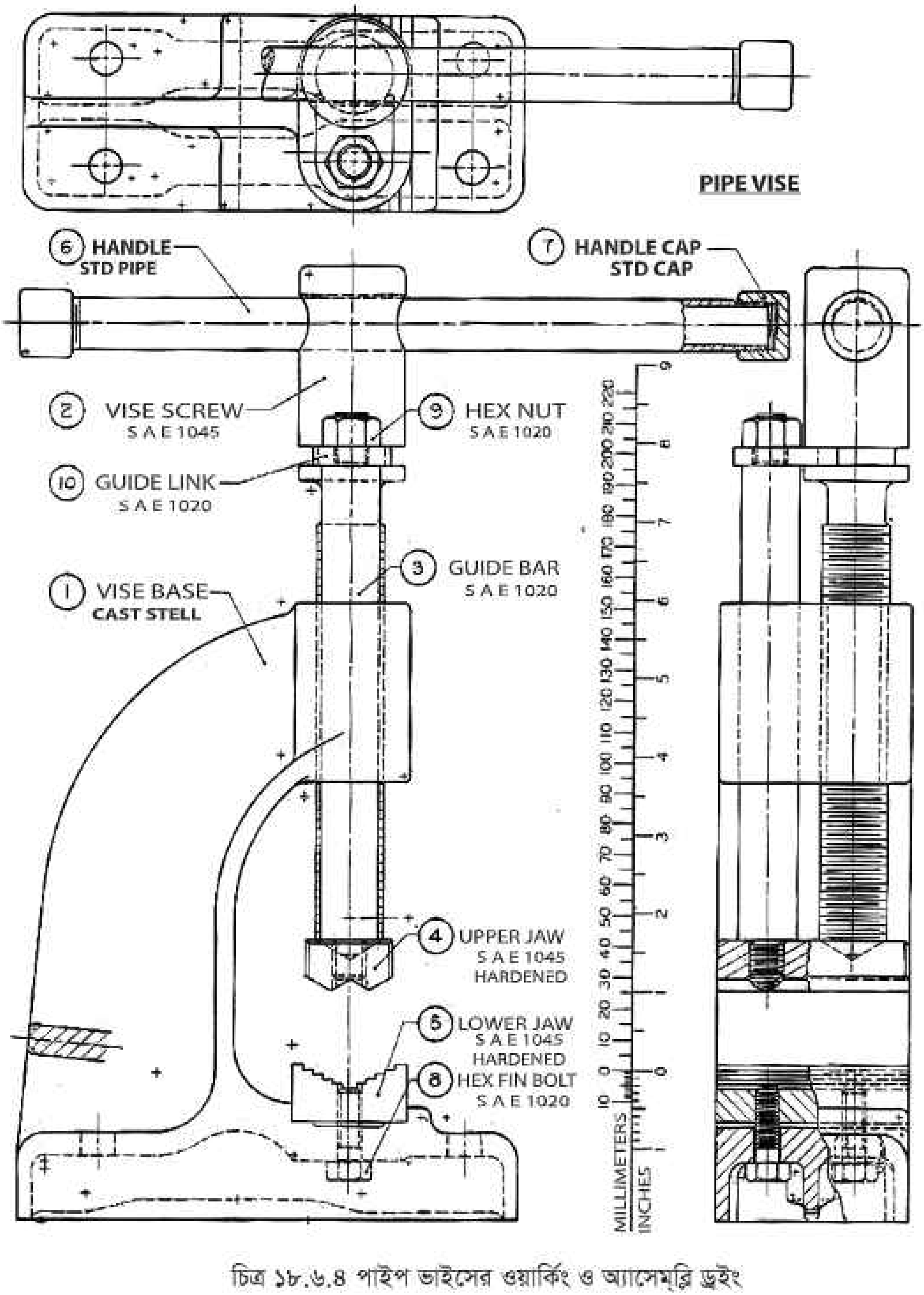
নিম্নে কয়েকটি ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং এর উদাহরণ দেওয়া হলো

⊙ আউটার পুলার এর ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং



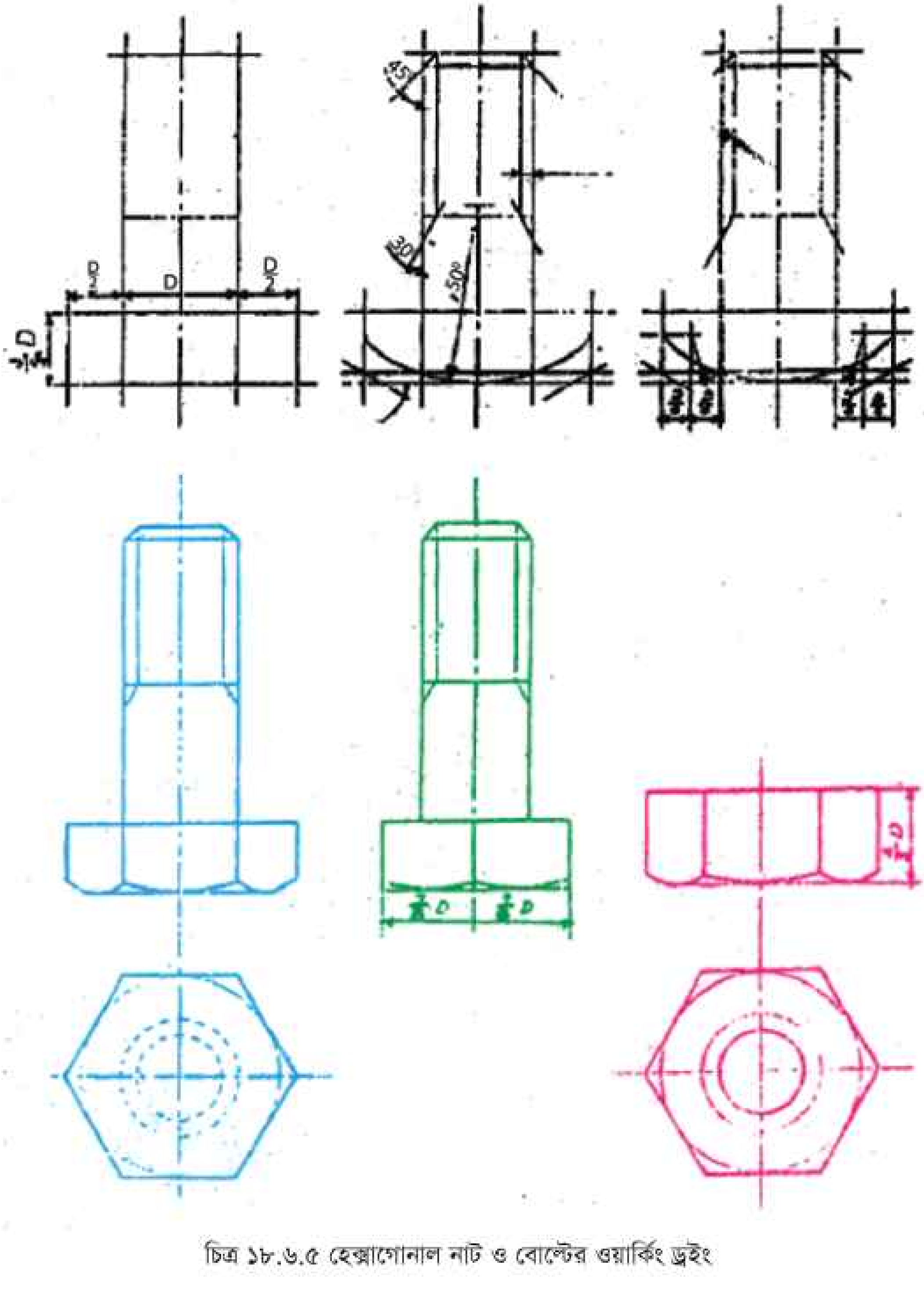
চিত্র ১৮.৬.৩ আউটার পুলারের ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং

⊙ পাইপ ভাইস (**Pipe Vice**) এর ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং



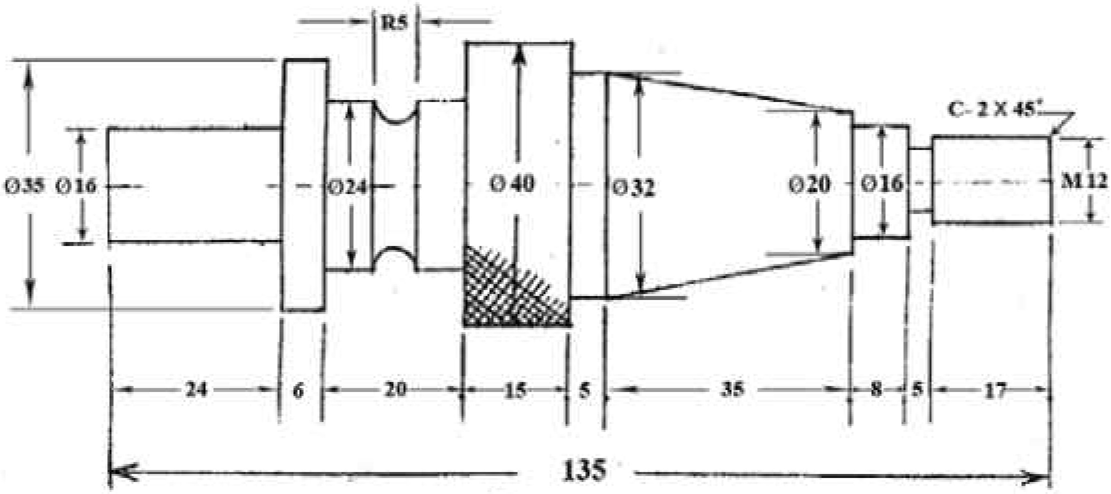
চিত্র ১৮.৬.৪ পাইপ ভাইসের ওয়ার্কিং ও অ্যাসেম্ব্লি ড্রইং

⊙ হেক্সাগোনাল নাট ও বোল্ট এর ওয়ার্কিং ড্রইং



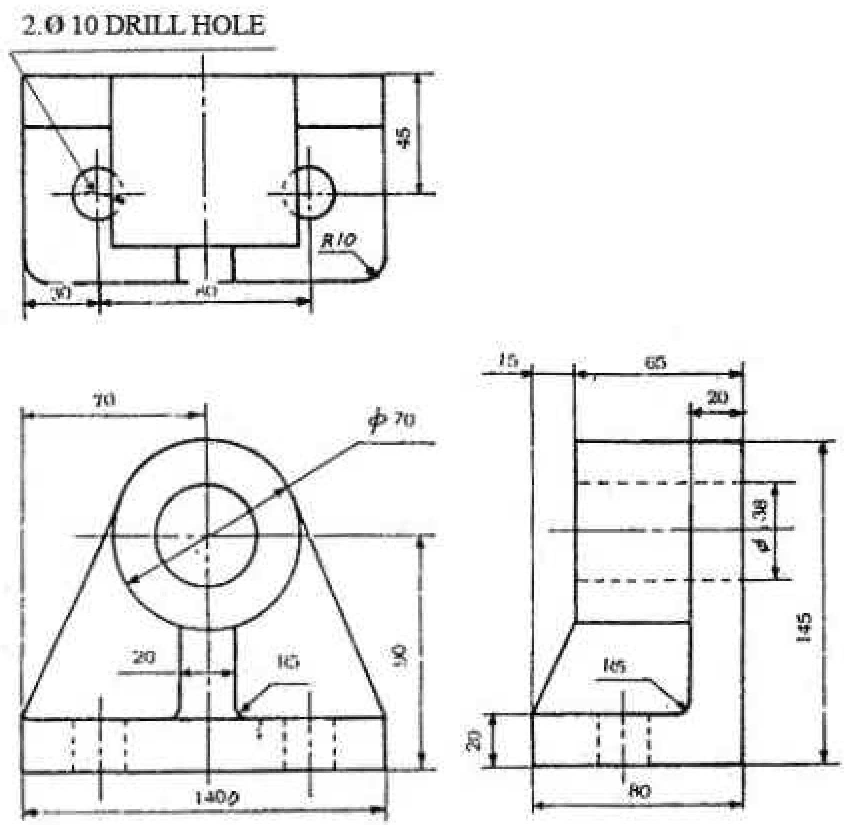
চিত্র ১৮.৬.৫ হেক্সাগোনাল নাট ও বোল্টের ওয়ার্কিং ড্রইং

⊙ লেদ মেশিনে টার্নিং জবের ওয়ার্কিং ড্রইং



চিত্র ১৮.৬.৬

⊙ মেশিনারি পার্টসের ওয়ার্কিং ড্রইং



চিত্র ১৮.৬.৭

অনুশীলনী - ১৮ : ওয়ার্কিং ড্রইং

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলী

১। ওয়ার্কিং ড্রইং কী ? এটা কত প্রকার ও কী কী ?

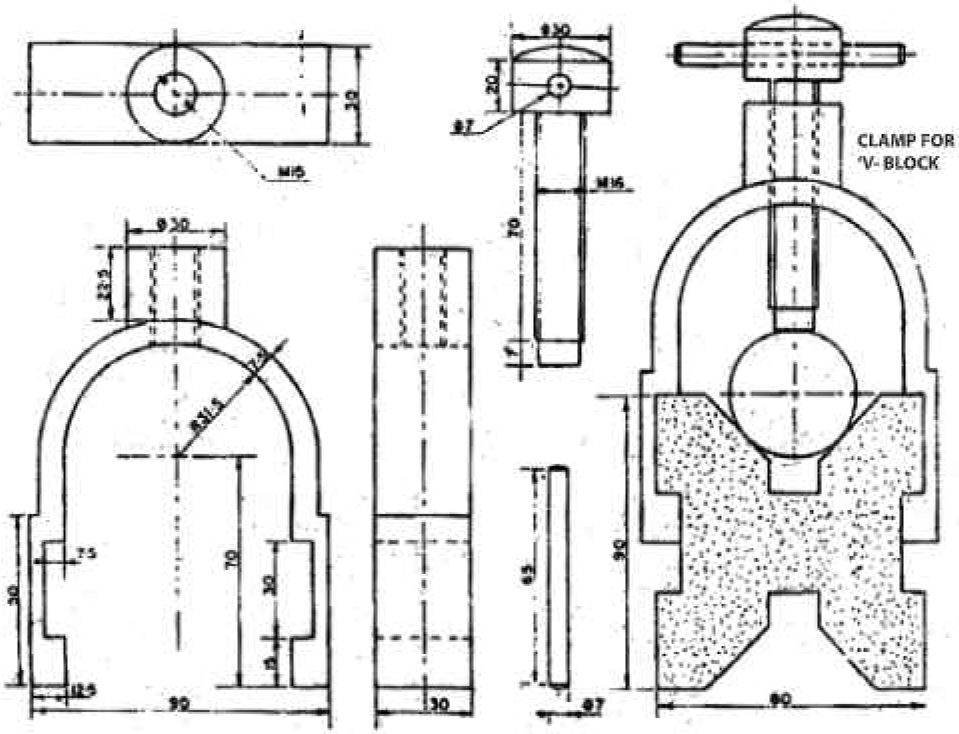
২। ডিটেইল ড্রইং এ কী তথ্য উল্লেখ করা থাকে ?

৩। একটি মেশিনারী পার্টসের ওয়ার্কিং ড্রইং অংকন করো।

৪। ওয়ার্কিং ড্রইং এ ডিটেইল ও অ্যাসেমব্লি ড্রইং এর পার্থক্যসহ ব্যবহারিক ক্ষেত্র উল্লেখ করো।

রচনামূলক প্রশ্নাবলী

১। নিম্নের চিত্রে ক্ল্যাম্পসহ ' ভি ' ব্লক এর ওয়ার্কিং ও অ্যাসেমব্লি ড্রইং করো।



চিত্র ১৮.৬.৮ ' ভি ' ব্লক

সহায়ক বই

১। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং- বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

২। প্রাথমিক ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং - হেমন্ত মুখার্জী

৩। Elementary Engineering Drawing - A.C Parkinson

৪। Intermediate Engineering Drawing - A.C Parkinson

৫। Mechanical Drawing - Curl & French

৬। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং - মোঃ মোদাচ্ছের আলী

যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম তালিকা

১। ড্রইং বোর্ড
২। সেট-স্কয়ার
৩। টি-স্কয়ার
৪। স্কেল
৫। ড্রইং ইন্সট্রুমেন্ট বক্স
৬। ড্রইং শিট
৭। ড্রাফটিং স্কচটেপ
৮। পেনসিল
৯। ইরেজার
১০। পেনসিল শার্পনার
১১। রুমাল
১২। লেটারিং গাইড
১৩। ফ্রেঞ্চ কার্ভ ও টেমপ্লেট
১৪। ল্যাপটপ - ১টি
১৫। মাল্টিমিডিয়া প্রজেক্টর ও স্ক্রিন - ১টি

জব তালিকা

১। ড্রইং এ ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জাম সম্পর্কে অবহিত হবে।
২। নির্দিষ্ট আকারের ড্রইং শিটে ড্রইং লে-আউট তৈরি করতে পারবে।
৩। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ ব্যবহৃত বিভিন্ন রেখা অংকন করতে পারবে।
৪। ভার্টিক্যাল ও ইনক্লাইন্ড গ্রাফ অংকন করে সিঙ্গেল স্ট্রোক ও ডাবল স্ট্রোক লেটারিং ও নাম্বারিং অংকন করতে পারবে।
৫। প্লেন স্কেল ও ডায়াগোনাল স্কেল অংকন করতে পারবে।
৬। ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং এ ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রতীক অংকন করতে পারবে।
৭। বিভিন্ন প্রকার কোণ ও ত্রিভুজ অংকন করতে পারবে।
৮। একটি সরলরেখা ও কোণকে নির্দিষ্ট ভাগে ভাগ করতে পারবে।
৯। বিভিন্ন প্রকার বহুভুজ অংকন করতে পারবে।
১০। বিভিন্ন পদ্ধতিতে উপবৃত্ত অংকন করতে পারবে।
১১। আয়তাকার, ওয়েজ আকৃতি ও বক্রতল বিশিষ্ট ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক দৃশ্য অংকন করতে পারবে।
১২। বর্গাকার ও নালীযুক্ত বা খাঁজকাটা ঘনবস্তুর অবলিক দৃশ্য অংকন করতে পারবে।
১৩। প্রথম ও তৃতীয় কোণীয় অভিক্ষেপ পদ্ধতিতে ঘনবস্তুর অর্থোগ্রাফিক দৃশ্য অংকন করতে পারবে।
১৪। ঘনবস্তুর পূর্ণ ও অর্ধচ্ছেদ দৃশ্য অংকন করতে পারবে।
১৫। ঘনবস্তুর আইসোমেট্রিক ও অবলিক স্কেচিং অংকন করতে পারবে।
১৬। ষটকোণ (Hexagonal) আকৃতির নাট ও বোল্ট অংকন করতে পারবে।
১৭। আয়তাকার, সিলিন্ডার, মোচক ও পিরামিডের তলের বিকাশন অংকন করতে পারবে।
১৮। হ্যান্ড ভাইস ও সি-ক্লাম্প এর ডিটেইলস ও অ্যাসেম্বলি ড্রইং অংকন করতে পারবে।
১৯। দুই কক্ষ ও এক বারান্দা বিশিষ্ট একটি বিল্ডিং এর প্লান ও এলিভেশন অংকন করতে পারবে।

নম্বর বণ্টন

বিষয়	মোট নম্বর	ব্যবহারিক ধারাবাহিক	ব্যবহারিক চূড়ান্ত
ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং	৫০	২৫	২৫

সমাপ্ত

২০২৫

২০২৫ শিক্ষাবর্ষ

ইঞ্জিনিয়ারিং ড্রইং

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি